


Med
K5604

v 106

16.—

10.50

LEHRBUCH

DER

ZOOLOGIE.

FÜR STUDIRENDE UND LEHRER.

VON

DR. J. E. V. BOAS,
LECTOR DER ZOOLOGIE AN DER KGL. LANDW. HOCHSCHULE KOPENHAGEN.

ZWEITE VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

MIT 427 ABBILDUNGEN.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1894.

Vorwort zur ersten Auflage.

Das vorliegende Buch hat sich in erster Linie die Aufgabe gestellt, denjenigen Studirenden als Leitfaden zu dienen, in deren Studienplan die Zoologie einen Platz unter den naturwissenschaftlichen Vorbildungsfächern einnimmt: es ist also zunächst für Studirende der Medicin, Veterinär- und Forstwissenschaft etc. bestimmt. Diese Bestimmung ist für die ganze Anlage des Buches und für die speciellere Darstellung maassgebend gewesen. Der Verfasser hat sich überall bestrebt, das Wesentlichere hervorzuheben und das Nebensächliche zurücktreten zu lassen; dabei wurde noch der Stoff möglichst begrenzt, Manches — nicht selten mit Widerstreben — ausgeschlossen, was für den Zweck nicht nothwendig erschien. Bei der Auswahl des Vorzutragenden wurde darauf Gewicht gelegt, ob dasselbe sich für den Standpunkt der betreffenden Studirenden fasslich darstellen liess und einem Verständniss zugänglich war; wenn solches nicht der Fall war, wurde von einer Darstellung gänzlich abgesehen oder, wenn nothwendig, die Sache nur berührt. Die allgemeineren wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung wurden möglichst in den Vordergrund gestellt, jedoch nur, wenn sie dem Verfasser genügend erhärtet schienen; dagegen wurde von solchen theoretischen Erörterungen Abstand genommen, denen entweder dieser Charakter nicht zuerkannt werden konnte, oder welche für den Standpunkt der betreffenden Studirenden nicht elementar genug erschienen. Auf eine Discussion zweifelhafter Fragen wurde, als in einem solchen Lehrbuch principiell unzulässig, fast gänzlich verzichtet. In Bezug auf Einzelnes ist hervorzuheben, dass das „Systematische",

d. h. die Darstellung der Gruppen niederen Ranges, in der Weise behandelt wurde, dass meistens statt des üblichen systematischen Skeletes lediglich Beispiele vorgeführt wurden, welche dann aber wirklich charakterisirt worden sind; nur bei den Wirbelthieren hat sich der Verfasser manchmal eine mehr skeletmässige Aufzählung der Formen erlauben dürfen, weil letztere den Studirenden als für unseren Zweck hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden konnten. Ueberall hat der Verfasser sich bemüht, dem Studirenden die Aneignung des Stoffes durch Fasslichkeit der Darstellung und Vermeidung überflüssiger Kunstausdrücke zu erleichtern. Die zahlreichen Figuren, von welchen viele schematisch gehalten sind, dienen demselben Zweck.

Das Buch ist eine Neubearbeitung meines im Jahre 1888 in dänischer Sprache erschienenen Lehrbuches. Die vorliegende, von mir selbst besorgte deutsche Ausgabe — zu deren Veranstaltung ich von namhaften deutschen Fachgenossen aufgefordert wurde — unterscheidet sich aber nicht unwesentlich von jenem. In der speciellen Darstellung ist natürlich durchweg bei der Auswahl der Formen und bei Angabe von Fundorten auf die Fauna Deutschlands Bezug genommen. Ferner sind aber auch manche andere Aenderungen vorgenommen: ein ganzer Abschnitt des Allgemeinen Theils (Biologie) ist hinzugekommen, andere Stücke sind gänzlich umgearbeitet worden, überall sind kleinere Aenderungen und Verbesserungen angebracht; eine ansehnliche Anzahl neuer Figuren sind hinzugekommen, resp. an die Stelle älterer getreten.

Bei dem Umstande, dass das Deutsche, wenn ich mich desselben auch ohne besondere Schwierigkeit bediene, doch nicht meine Muttersprache ist, erschien es mir geboten, den von mir verfassten deutschen Text von einem deutschen Fachgenossen durchsehen zu lassen. Ich habe dabei das Glück gehabt, dass mein lieber Freund Professor J. W. Spengel in Giessen mir den Freundschaftsdienst erwiesen hat, diese Arbeit zu übernehmen. Ich verdanke es zum grossen Theil seinen Bemühungen, dass das Buch in dem sprachlichen Gewande erscheinen kann, in dem es jetzt vorliegt. Allein Prof. Spengel hat

sich nicht darauf beschränkt, das Buch sprachlich zu verbessern, sondern er hat mir auch eine ansehnliche Reihe von sachlichen Bemerkungen zugehen lassen, welche an manchen Stellen zu wesentlichen Verbesserungen Anlass gegeben haben. Ich spreche ihm auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank für das Opfer aus, welches er damit unserer durch lange Jahre immer mehr befestigten Freundschaft gebracht hat.

Möge das Buch auch in Deutschland, dessen Forschern ich so Vieles verdanke, eine wohlwollende Aufnahme finden!

Kopenhagen, März 1890.

Vorwort zur zweiten Auflage.

In der vorliegenden Auflage habe ich das grösste Gewicht darauf gelegt, dem im Vorwort zur ersten Auflage hervorgehobenen Princip getreu zu bleiben; der Grundplan ist derselbe geblieben, und das Buch hat ungefähr denselben Umfang behalten. Natürlich sind an manchen Punkten grössere oder kleinere Aenderungen vorgenommen; Manches ist berichtigt und verbessert worden, an einigen Stellen sind kleine Zusätze, an anderen kleine Verkürzungen gemacht worden. Auf die fortschreitende Entwicklung der Wissenschaft ist, soweit möglich, überall Rücksicht genommen; dass ich das Ideal erreicht haben sollte, alles neue in gebührender Weise zu berücksichtigen, darf ich allerdings nicht hoffen, wenn ich auch nach dieser Richtung redlich bemüht gewesen bin; andererseits möchte ich aber hervorheben, dass, wenn hier nicht immer das neueste „Resultat" verzeichnet ist, es an einigen Stellen darin seinen Grund hat, dass ich von der Richtigkeit desselben nicht überzeugt war. — Eine recht ansehnliche Zahl meistens originaler Figuren ist neu angefertigt und eine Anzahl älterer kassirt worden; ich hege die Erwartung, dass man in diesem Punkte eine Verbesserung anerkennen wird.

Auch bei dieser Auflage hat mein Freund Prof. Spengel in derselben Weise wie bei der ersten mitgewirkt. Ihm gebührt mein aufrichtigster Dank.

Kopenhagen, März 1894.

J. E. V. Boas.

Inhaltsverzeichniss.

Allgemeiner Theil.

Specieller Theil.

Allgemeiner Theil.

I. Zelle und Gewebe (Histologie).

Die niedrigste Stufe im Thierreich wird von einer Gruppe einfach gebildeter Wesen eingenommen, welche man mit dem gemeinsamen Namen Protozoën bezeichnet. Wir beginnen damit, eine einzelne der vielen Formen, welche zu dieser Gruppe gehören, eine Amöbe, zu betrachten, indem es für das Verständniss der thierischen Organismen im Allgemeinen von entscheidender Bedeutung ist, ein solches Geschöpf genauer zu kennen und zu verstehen.

Die Amöben sind mikroskopische Organismen, welche man häufig im Süsswasser findet. Ihre äussere Form ist unregelmässig und unbestimmt; sie bestehen aus einer Masse, welche als Protoplasma bezeichnet wird, einer fein gekörnten, dickflüssigen Substanz, welche, chemisch betrachtet, aus einer Mischung verschiedener Stoffe besteht, unter denen Eiweisskörper eine Hauptrolle spielen; ausserdem enthält das Protoplasma reichliches Wasser und verschiedene andere Stoffe. In der Amöbe eingeschlossen findet sich ein kugeliger oder etwas ovaler Körper, der Kern, und in diesem wiederum ein kleineres, rundliches Kernkörperchen. Die Amöbe besitzt eine Reihe von Eigenschaften, von welchen die zunächst in die Augen fallende das Vermögen ist, sich zu bewegen: von der Oberfläche werden kleine Fortsätze, sogenannte Pseudopodien, ausgesandt, indem gewisse Theile der Substanz der Amöbe nach der betreffenden Stelle hinströmen; die Pseudopodien werden wieder zurückgezogen und neue gebildet; überhaupt sind die Theilchen des kleinen Körpers in beständiger Bewegung, was sich darin zu erkennen giebt, dass die Körner hin und her bewegt werden. Diese Beweglichkeit des Protoplasmas verleiht der Amöbe ferner das Vermögen, über die im Wasser befindlichen Gegenstände mit geringerer oder grösserer Schnelligkeit hinzugleiten, zu kriechen. Die Bewegungen können erfolgen, ohne dass eine äussere Einwirkung auf die Amöbe stattfindet: sie werden dann als spontan (freiwillig) bezeichnet. In anderen Fällen ist eine äussere Einwirkung vorhanden; der plötzlichen Berührung irgend eines Gegenstandes

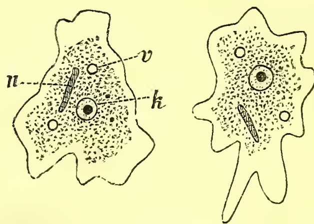


Fig. 1. Eine Amöbe in zwei verschiedenen Momenten. *k* Kern, *v* Vacuole, *n* aufgenommene Nahrung. — Nach Gegenbaur.

folgt in der Regel eine Bewegung, oft ein Zurückziehen der Pseudopodien; die Bewegung geht aber auch in solchen Fällen von der Amöbe selbst aus, sie ist nicht direct durch die äussere Einwirkung verursacht, diese giebt vielmehr nur eine Veranlassung zu derselben ab. Man bezeichnet dieses Vermögen der Amöbe, auf eine äussere Veranlassung zu reagiren, als Irritabilität. Ferner zeichnet sich die Amöbe dadurch aus, dass sie aus der Umgebung Theile aufnimmt und dieselben zu Bestandtheilen des eigenen Körpers umbildet: sie ernährt sich, was in der Weise vor sich geht, dass sie mit den Pseudopodien andere kleine Organismen und leblose Theilchen umschliesst und dieselben in ihr Protoplasma aufnimmt; aus diesem werden dann diejenigen Theile des aufgenommenen Gegenstandes nach einiger Zeit wieder ausgestossen, welche sich mit dem Protoplasma nicht dauernd vereinigen können. Ausser solchen festen Körperchen nimmt die Amöbe auch Wasser und den in allen natürlichen Gewässern vorhandenen freien Sauerstoff auf; letzterer ist für ihre Existenz unbedingt nothwendig; in sauerstofffreiem Wasser kann die Amöbe nicht leben, wenn auch alle übrigen Bedingungen vorhanden sind. Der aufgenommene Sauerstoff geht eine Verbindung mit einem Theile des im Protoplasma vorhandenen Kohlenstoffes ein und bildet mit demselben Kohlensäure, welche entweicht: durch die Aufnahme des Sauerstoffes verbrennt ein Theil der Amöbe, und durch eben diese Verbrennung wird die Kraft frei, welche sich bei den Bewegungen der Amöbe geltend macht. Die Amöbe ist so zu sagen eine kleine Maschine, in welcher, ebenso wie in einer Dampfmaschine, Kohlenstoff verbrennt; durch die Verbrennung wird eine gewisse Menge Energie entwickelt, welche als Bewegung sichtbar wird. So viel ist klar und sicher; dagegen sind die einzelnen Glieder in der Thätigkeit der kleinen Maschine unbekannt. — Indem der Sauerstoff sich mit einem Theile des Kohlenstoffes der zusammengesetzten Substanzen verbindet, aus welchen das Protoplasma besteht, werden gleichzeitig andere Verbindungen gebildet, namentlich Wasser und gewisse stickstoffhaltige Stoffe (Harnsäure), welch letztere in der Amöbe keine Verwendung finden, sondern vielmehr fortgeschafft werden müssen. Diese Abfallstoffe sammeln sich, in Wasser aufgelöst, in kleinen Hohlräumen des Protoplasmas an, welche man Vacuolen nennt; indem letztere (oder richtiger: das umgebende Protoplasma) sich zusammenziehen, wird ihr Inhalt aus der Amöbe ausgetrieben. — Aus dem Mitgetheilten erhellt, dass eine stetige partielle Zerstörung der die Amöbe zusammensetzenden Stoffe stattfindet, so dass ihre Masse verringert wird; diese Verringerung wird aber gedeckt durch die oben erwähnte Ernährung, welche sogar im Stande ist, einen Ueberschuss zu erzeugen, so dass die Amöbe wächst, ihre Masse sich vergrössert. In naher Beziehung hierzu steht die letzte Haupteigenschaft der Amöbe, ihr Vermögen, sich zu vermehren, zu theilen. Die Theilung wird damit eingeleitet, dass der Kern sich in zwei theilt; hierauf folgt eine Einschnürung des Protoplasmas, welches schliesslich in zwei ungefähr gleich grosse Stücke, jedes mit seinem Kern, geschieden wird: die ursprünglich eine Amöbe hat sich in zwei getheilt, von welchen jede in derselben Weise wie die ursprüngliche fortlebt. — Durch die ganze Reihe von Eigenschaften, welche wir hier angeführt haben, charakterisirt sich die Amöbe als lebendig, als ein Organismus einfachster Art, den leblosen Körperchen gegenüber, welche sich neben ihr im Wasser befinden. Mit dem Tod, welcher durch verschiedenartige

äussere Einflüsse (z. B. durch zu grosse Wärme) bewirkt wird, verliert die Amöbe diese sämmtlichen Eigenschaften.

Der Hauptsache nach bieten die übrigen sogenannten Protozoën ähnliche Verhältnisse dar wie die Amöbe. Weniger wesentliche Abweichungen können dadurch zu Stande kommen, dass sich in dem Protoplasma oder um dasselbe feste Theile (Kalk, Kiesel) als Stützgebilde (Skelet) ausscheiden; oder die äusserste Lage des Protoplasmas kann eine etwas festere Beschaffenheit als das übrige erhalten, so dass keine eigentlichen Pseudopodien mehr hervorgestreckt werden können, während übrigens das Protoplasma seine Beweglichkeit bewahrt (man beobachtet noch immer Strömungen der Körnchen und gröbere Veränderungen der Form des ganzen Körpers); im Protoplasma können Oelkugeln und Aehnliches ausgeschieden werden; die Oberfläche des Körpers kann mit feinen, haarartigen Fortsätzen des Protoplasmas, Wimperhaaren, bedeckt erscheinen, welche in beständig schwingender Bewegung sind u. s. w. (Genaueres im Spec. Theil unter Protozoën).

Alle übrigen Thiere, die Metazoën, sind anfänglich, als Eier, ähnliche mit Kern versehene lebendige Protoplasmaklümpchen, wie die Protozoën es zeitlebens sind, und stimmen auf diesem Stadium im Wesentlichen mit der Amöbe überein. Aber im Gegensatz zu den Protozoën bleiben sie nicht auf dieser Stufe stehen. Das Ei theilt sich in eine grosse Anzahl von Stückchen, jedes mit seinem Kern, aber diese Theile trennen sich nicht vollständig von einander, sondern bleiben in Zusammenhang. Diese durch die Theilung des Eies entstandenen Stücke, von denen jedes die wesentlichen Eigenschaften des Eies und somit auch der Amöbe besitzt, werden mit dem Namen Zellen bezeichnet; durch fortgesetzte Theilung und Umbildung derselben entwickelt sich der Körper der Metazoën zu seiner definitiven Form. Das ausgebildete Metazoon ist demnach eine innig verbundene Gesellschaft von Zellen, von amöbenähnlichen Geschöpfen in mehr oder weniger modificirter Gestalt.

Die Zellen bestehen entweder ihr ganzes Leben hindurch oder jedenfalls in ihrer Jugend aus Protoplasma von ähnlicher Beschaffenheit wie das der Amöbe. Im Protoplasma findet sich ein bläschenförmiger Kern, welcher mit einer wässerigen Flüssigkeit (dem Kernsaft) angefüllt ist, und in welchem ein Netz feiner Fädchen, das Kernnetz, ausgespannt ist; ausserdem finden sich häufig ein oder mehrere rundliche Kernkörperchen, welche öfters als verdickte Stellen des Kernnetzes erscheinen. Die Zelle besitzt das Vermögen, sich zu theilen; die Theilung wird durch eigenthümliche Veränderungen des Kernnetzes eingeleitet, es theilt sich dann der Kern, und schliesslich wird das Protoplasma in zwei Theile geschieden. Auch die übrigen wesentlichen Eigenschaften der Amöbe besitzt die Zelle: sie nimmt Sauerstoff und Nahrung auf u. s. w.

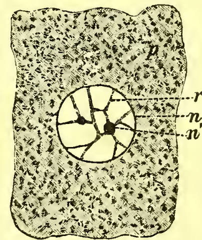


Fig. 2. Eine Zelle. *n* Kern, *n'* Kernkörperchen, *r* Kernnetz, *p* Protoplasma. — Orig.

In der neueren Zeit hat man für viele Zellen nachgewiesen, dass das Protoplasma aus einer homogenen Grundmasse und zahlreichen feinen Fädchen (ausser den oben erwähnten Körnchen) zusammengesetzt ist. — Zuweilen finden sich mehrere Kerne in einer Zelle; eine solche mehrkernige Zelle ist als ein unvollständig geschiedener Complex von Zellen

aufzufassen: der Kern hat sich getheilt, ohne dass eine Theilung des Zellkörpers gefolgt ist.

Die Theilung des Kerns ist in selteneren Fällen eine directe: der Kern schnürt sich einfach quer ein und zerfällt schliesslich in zwei. In der Regel ist die Kerntheilung indirect und findet dann in folgender complicirten Weise statt: Das ganze Kernnetz wird zunächst zu einem langen gewundenen Faden (Fig. 3, 1) umgebildet, welcher dann in eine Anzahl stabförmige oder gebogene Stücke, die Chromosomen, zerfällt,

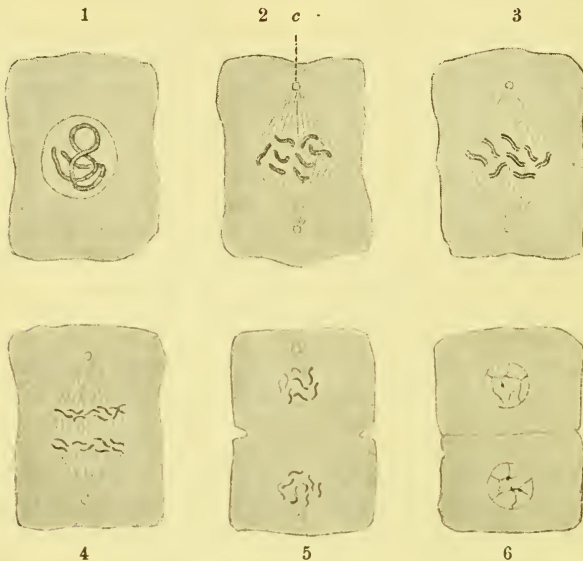


Fig. 3. Schema der indirecten Kerntheilung. *c* Centrosom. Vergl. übrigens den Text. — Orig.

worauf die Kernmembran sich auflöst und verschwindet (Fig. 3, 2). Demnächst spaltet sich jedes Chromosom der Länge nach in zwei (Fig. 3, 3). Schon vorher bemerkt man im Protoplasma der Zelle zwei Körperchen, die Centrosomen[1]), von welchen feine Fädchen zu den Chromosomen hinstrahlen. Die beiden Hälften der Chromosomen bewegen sich jetzt auseinander (Fig. 3, 4), wie es scheint durch eine Verkürzung der letztgenannten feinen Fädchen, und es entstehen somit zwei getrennte Gruppen von Chromosomen (Fig. 3, 5); jede Gruppe wird die Grundlage eines neuen Kerns, indem die Chromosomen sich mit einander wieder verbinden und ein Kernnetz bilden (Fig. 3, 6), um welches eine Kernmembran entsteht. Schon ehe dies stattgefunden hat, fängt das Protoplasma an sich in zwei Theile, den neuen Kernen entsprechend, zu theilen.

Die Zellen des thierischen Körpers führen, jede für sich, ihr eigenes Leben, unterscheiden sich aber insofern von der Amöbe, als sie Glieder eines grösseren Ganzen und diesem bis zu einem gewissen Grade untergeordnet sind. Ihre Selbständigkeit ist übrigens sehr verschieden. Einige Zellen, welche mit dem gemeinsamen Namen Wanderzellen bezeichnet werden, behalten dauernd eine sehr bedeutende Unabhängig-

1) Auch in manchen ruhenden Zellen (d. h. Zellen, deren Kern sich nicht zur Theilung vorbereitet) sieht man ein oder zwei Centrosomen, welche in der Nähe des Kerns liegen. Möglicher Weise sind die Centrosomen constante Bestandtheile der Zelle ebenso wie der Kern.

keit und bleiben fast in allen Beziehungen auf dem Standpunkte der Amöbe stehen: sie besitzen das Vermögen, Pseudopodien auszusenden, sie bewegen sich, jede für sich, frei in den Hohlräumen des Körpers umher. Während die meisten übrigen Zellen die Nährstoffe (vergl. den Abschnitt Darmkanal) nur in flüssiger Form aufnehmen können, besitzen die Wanderzellen durchweg das Vermögen, auch feste Körperchen aufzunehmen und aufzulösen. Diese Eigenschaft zeigt sich z. B. dem Organismus selbst gegenüber, indem in vielen Fällen (z. B. bei der Verwandlung der Insekten) gewisse Partien desselben zu Grunde gehen — ohne dass der Organismus als Ganzes abstirbt —, bei welcher Gelegenheit die absterbenden Theile von den Wanderzellen aufgefressen und aufgelöst werden. Auch fremde, in den Organismus eindringende Körperchen, namentlich Bakterien, werden vielfach von denselben aufgefressen. Zu den Wanderzellen gehören die Blutkörperchen der meisten wirbellosen [1]) Thiere und die weissen Blutkörperchen der Wirbelthiere. — Freie Zellen sind auch noch einige andere Zellformen, namentlich die rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere, welche ebenso wie die Wanderzellen nicht mit anderen Zellen dauernd verbunden sind, sich aber von jenen dadurch unterscheiden, dass sie das Vermögen, Pseudopodien auszusenden und sich selbständig zu bewegen, verloren haben; sie werden nur passiv (durch den Blutstrom) im Körper fortbewegt.

Die meisten Zellen des thierischen Körpers sind aber fixe Zellen: sie sind unbeweglich mit anderen Zellen verbunden, können sich nicht frei fortbewegen; auch ihre Form ist insofern eine feste, als sie nicht Pseudopodien aussenden können. Die fixen Zellen sind im fertigen Organismus in sehr verschiedenartiger Weise ausgebildet; sie sind specialisirt, je nach dem verschiedenartigen Bedürfniss des Körpers einseitig ausgebildet. Gewöhnlich sind die Zellen gruppenweise in derselben oder in ähnlicher Weise ausgebildet; eine solche Gruppe von Zellen, welche ähnlich entwickelt sind, wird mit dem Namen Gewebe bezeichnet. Von Geweben unterscheidet man vier Hauptabtheilungen: Epithelien, Stützgewebe, Muskelgewebe, Nervengewebe.

1) Mit dem Namen Epithelien werden diejenigen Gewebe bezeichnet, welche als dickere oder dünnere Schichten die äusseren oder inneren Oberflächen des Körpers bekleiden, und welche einfach aus neben einander gelagerten Zellen zusammengesetzt sind. Die Zellen der Epithelien bestehen in der Regel aus Protoplasma, in welchem jedoch Pigment-(Farbstoff-)Körnchen, Fetttröpfchen etc. ausgeschieden werden können. Die Form der Zellen ist verschieden; einige sind plattenförmig (die Höhe geringer als die Breite), andere prismatisch, sogen. Cylinderzellen (die Höhe grösser als die Breite), oder sie können ungefähr ebenso breit wie hoch sein.

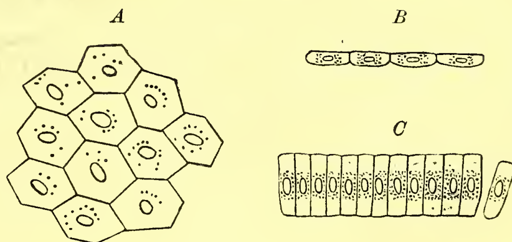


Fig. 4. *A* einschichtiges Plattenepithel, von der Fläche gesehen. *B* dasselbe in Querschnitt. *C* einschichtiges Cylinderepithel in Querschnitt. — Nach Gegenbaur.

1) Hierunter begreift man sämmtliche Metazoën mit Ausnahme der Wirbelthiere.

Die Zellen der Epithelien sind mit einander durch eine Kittsubstanz verbunden, welche in geringer Menge zwischen den Zellen vorhanden ist. In manchen Fällen gehen ausserdem feine, kurze Protoplasmafädchen von einer Zelle zur anderen.

Die Epithelien können in einschichtige und mehrschichtige getheilt werden. Die ersteren bestehen aus einer einzigen Schicht neben einander gelagerter Zellen, welche entweder plattenförmig sein können: einschichtiges Plattenepithel, oder Cylinderzellen: einschichtiges Cylinderepithel, oder die Zellen sind ungefähr von gleicher

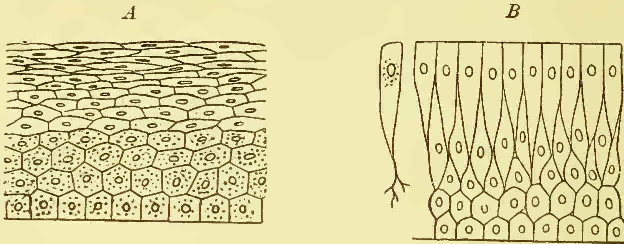


Fig. 5. *A* mehrschichtiges Plattenepithel. *B* mehrschichtiges Cylinderepithel. — Nach Gegenbaur.

Höhe und Breite: cubisches Epithel. — Die mehrschichtigen Epithelien bestehen aus mehreren Zellenlagen, oder richtiger: ein mehrschichtiges Epithel ist mehrere Zellen hoch, denn die Zellen derselben sind meistens nicht schichtenweise geordnet. Während die tiefer liegenden Zellen sich meistens mehr indifferent verhalten, bietet die äusserste Zellenlage (resp. die äussersten Zellenlagen) mehrfache Verschiedenheiten dar. Zuweilen sind die äussersten Lagen plattenförmig, und das Epithel wird dann als mehrschichtiges Plattenepithel bezeichnet, in anderen Fällen ist die äusserste Lage aus Cylinderzellen gebildet: mehrschichtiges Cylinderepithel.

Die Epithelzellen — sowohl der ein- wie der mehrschichtigen Epithelien — können auf der freien Fläche mit feinen, haarähnlichen Anhängen ausgestattet sein, welche in steter regelmässiger, schwingender Bewegung sind, Wimperhaaren; solche Zellen bezeichnet man als Wimperzellen (Flimmerzellen) oder, wenn sie nur ein einziges starkes Wimperhaar, eine Wimpergeissel, tragen, als Geisselzellen. In einigen Fällen trifft man diese Zellen mehr vereinzelt, resp. gruppenweise, zwischen anderen Zellen (in den mehrschichtigen Epithelien natürlich nur in der äussersten Lage), in anderen Fällen besteht das ganze Epithel — bei den mehrschichtigen Epithelien die

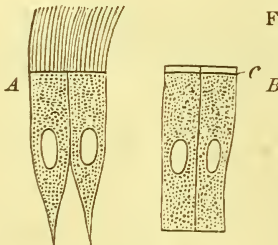


Fig. 6. *A* Wimperzellen. *B* Cylinderzellen mit Cuticularplatte (*c*). — Orig.



Fig. 7. Einschichtiges Epithel mit Cuticula (*c*). — Orig.

äusserste Lage — ausschliesslich oder überwiegend aus solchen Zellen. Derartige Epithelien werden häufig Wimperepithelien genannt.

Nicht selten sondern die Epithelzellen auf ihrer freien Fläche je eine kleine Platte von festerer Consistenz ab, eine Cuticularplatte (auch häufig Cuticularsaum genannt); gewöhnlich stehen die Cuticularplatten benachbarter Zellen in engerem Zusammenhang und bilden somit einen einheitlichen Ueberzug des Epithels, eine Cuticula, welche zuweilen eine bedeutende Dicke und Festigkeit erlangen kann.

Die Epithelien haben in erster Linie die Aufgabe, eine schützende Decke für die anderen Gewebe zu bilden. Zu dieser Function können noch andere treten, namentlich wirken die Epithelien häufig als Werkzeuge einer Absonderung (Secretion) von Stoffen, gewöhnlich

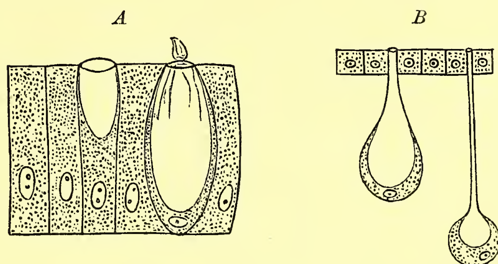


Fig. 8. *A* Cylinderepithel mit Becherzellen (aus der einen Zelle tritt ein Schleimklümpchen heraus). *B* andere einzellige Drüsen. — Orig.

Flüssigkeiten, welche entweder eine Bedeutung und weitere Verwendung im Körper haben oder welche aus diesem ausgeschieden werden sollen (Harn). Oefters findet man in einem Epithel einzelne Zellen, gewöhnlich von eigenthümlicher Form, welche irgend ein Absonderungsproduct (Secret) liefern. Hierzu gehören z. B. die bei vielen Thieren vorkommenden Becherzellen, Zellen, deren freies Ende eine Oeffnung besitzt, welche in eine Aushöhlung hineinführt; letztere enthält eine vom Protoplasma abgesonderte Masse, z. B. Schleim, welche aus der Oeffnung austritt. Häufig ist der äussere Theil solcher secernirenden Zellen dünn und gestreckt, während der innere Theil sich

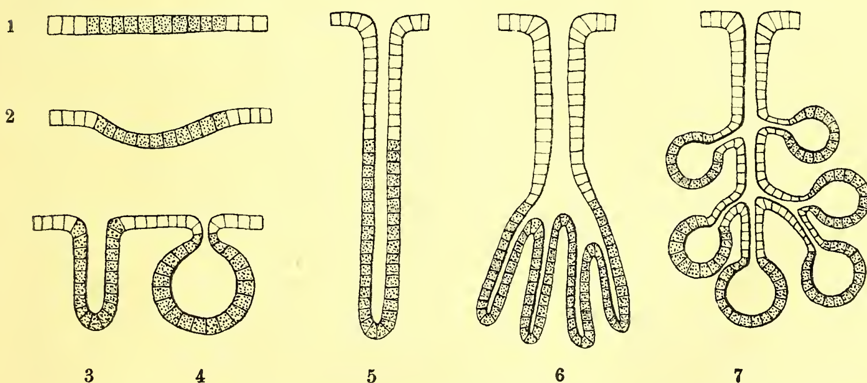


Fig. 9. Schemata von verschiedenen echten Drüsen. Die secernirenden Zellen sind punktirt. 1 die allereinfachste Form: die secernirende Zellenpartie ist gar nicht eingestülpt. 2—5 verschiedene einfache Drüsenformen. 6 verzweigte schlauchförmige Drüse. 7 traubige Drüse. — Orig.

breiter erhält, und man findet dann gewöhnlich, dass nur der dünne Theil der Zelle zwischen den übrigen Epithelzellen liegt, während der breitere Endabschnitt unterhalb derselben Platz gefunden hat. Man bezeichnet alle derartigen secernirenden Zellen, welche, wie die genannten, Glieder eines gewöhnlichen Epithels sind, als einzellige Drüsen, indem wir unter Drüsen alle Werkzeuge des thierischen Körpers verstehen, welche ein Secret liefern. — In anderen Fällen ist die abscheidende Thätigkeit an grössere zusammenhängende Epithelpartien gebunden, welche dann gewöhnlich in das unterliegende Gewebe (Bindegewebe) eingestülpt sind; sie werden als echte Drüsen bezeichnet. In ihrer einfachsten Form ist die Drüse eine platte Zellenpartie, eine Grube, ein kleiner Sack oder ein längerer Schlauch; in anderen Fällen ist der Schlauch wieder mit Ausstülpungen versehen, welche ihrerseits wiederum Zweige besitzen können etc., so dass die zusammengesetzteren Drüsen aus einem reich verästelten System von Schläuchen bestehen, deren Wandung von einer Epithelzellen-Schichte gebildet wird (die Schläuche werden durch Bindegewebe — vergl. unten — zusammengehalten und gestützt). In solchen grösseren Drüsen ist die Absonderung gewöhnlich auf die Endabschnitte der Aeste beschränkt, während die übrigen Theile des Schlauchsystems als Behälter und Ausführungsgänge fungiren; selbst in ganz einfach gebauten Drüsen kann man übrigens eine ähnliche Sonderung eines secernirenden und eines ausführenden Abschnittes finden (Fig. 9,5). Zuweilen sind die Endabschnitte der Drüsenschläuche kugelig erweitert, in welchem Fall die Drüse als traubige (acinöse) bezeichnet wird, im Gegensatz zu den schlauchförmigen (tubulösen) Drüsen, welche derartiger Erweiterungen entbehren.

Ueber die Entwicklung der Epithelien als Sinneswerkzeuge vergl. „Sinnesorgane".

2) Die Stützgewebe zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus Zellen bestehen, zwischen denen eine mehr oder weniger mächtige Intercellularsubstanz vorhanden ist. Auf einer frühen Entwicklungsstufe im Leben des Thieres bestehen diese Gewebe ebenso wie die Epithelien aus Zellen allein, später sondern aber die Zellen eine Masse von verschiedener Beschaffenheit, die Intercellularsubstanz, um sich her ab; diese Substanz bildet meistens die Hauptmasse des fertigen Gewebes, ebenso wie sie es auch ist, welche diesen Geweben ihre wesentliche Bedeutung im Thierkörper verleiht und welche in der mannigfaltigsten und verschiedenartigsten Ausbildung auftritt, während die Zellen sich verhältnissmässig einfach und gleichartig verhalten. — Die Stützgewebe theilen wir in: Bindegewebe, Knorpel, Knochengewebe. Im Bindegewebe ist die Intercellularsubstanz mehr oder weniger weich; die Zellen sind von verschiedener Form, spindelförmig, sternförmig, platt etc. Das Bindegewebe kann wieder in zelliges Bindegewebe, Schleim- oder Gallertgewebe und fibrilläres Bindegewebe getheilt werden. Im ersteren ist die Intercellularsubstanz nur in geringer Menge vorhanden, bildet nur membranartige Scheidewände zwischen den grossen, oft bläschenförmigen Zellen. Im Schleimgewebe ist die Intercellularsubstanz gallertig, gleichartig; die Zellen abgerundet, sternförmig etc. Das fibrilläre Bindegewebe ist dadurch ausgezeichnet, dass die Intercellularsubstanz aus feinen Fasern (Fibrillen) zusammengesetzt ist; öfters finden sich unter denselben verzweigte elastische Fasern; sind solche in überwiegender

Menge vorhanden, so wird das Gewebe als elastisches Gewebe bezeichnet. — Die Intercellularsubstanz des Knorpelgewebes ist fester, gewöhnlich gleichartig, homogen (hyaliner Knorpel), enthält jedoch zuweilen elastische Fasern (Netzknorpel) oder Fibrillen; die Zellen sind in dieser Form des Stützgewebes, welche hauptsächlich bei den Wirbelthieren verbreitet ist, in der Regel abgerundet. — Das Knochengewebe zeichnet sich durch eine noch grössere Festigkeit aus, welche

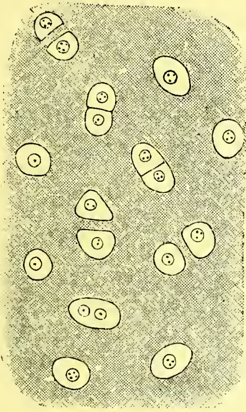


Fig. 10. Hyaliner Knorpel. — Nach Gegenbaur, geändert.

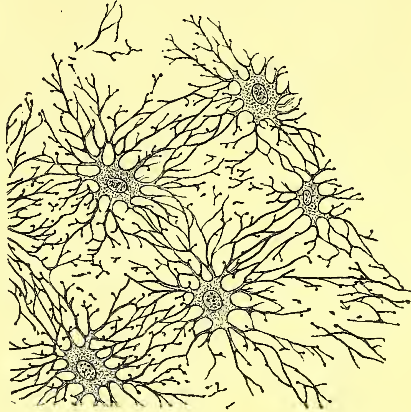


Fig. 11. Knochengewebe. — Nach Gegenbaur.

dadurch zu Stande kommt, dass in die Intercellularsubstanz Kalksalze (besonders phosphorsaurer Kalk) eingebettet sind[1]; die Zellen sind sternförmig, mit verästelten Ausläufern. Dieses Gewebe kommt nur bei Wirbelthieren vor.

In den Zellen der Stützgewebe, namentlich des Bindegewebes, sind zuweilen Fett- oder Oeltropfen ausgeschieden, und sie werden dann als Fettzellen bezeichnet; wird viel Fett in einer Zelle ausgeschieden, so fliessen die Tropfen (z. B. bei den Wirbelthieren) zu einem einzigen zusammen, welcher so gross werden kann, dass die Zelle zu einer Blase ausgedehnt wird, deren Wand aus Protoplasma besteht, während der Inhalt Fett ist. Finden sich Fettzellen massenhaft im Bindegewebe angehäuft, so wird dieses als Fettgewebe bezeichnet. — Die Zellen des Bindegewebes können ferner pigmentirt, mit einer grösseren oder kleineren Menge von verschiedenfarbigen (meistens dunklen) Farbstoffkörnchen ausgestattet sein: Pigmentzellen (Chromatophoren).

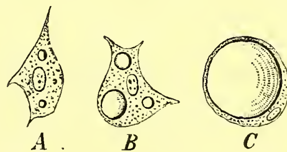


Fig. 12. *A-B* junge Fettzellen, *C* ausgebildete Fettzelle mit sehr grossem Fetttropfen. — Orig.

3) Die Muskelgewebe sind dadurch ausgezeichnet, dass das Protoplasma der Zellen ganz oder theilweise zu einer eigenthümlichen contractilen Substanz umgebildet ist, welche sich nur auf gewisse

1) Auch im Knorpelgewebe können zuweilen Kalksalze abgelagert werden (verkalkter Knorpel).

Reize[1]) zusammenzieht. Schon hierdurch ist diese Substanz vom Protoplasma verschieden, dessen Bewegungen auch spontan eintreten können. Aber auch in einer anderen Beziehung weicht sie vom Protoplasma ab: die Bewegung, welche die Muskelzellen ausführen können, geht immer nur nach einer bestimmten Richtung vor sich, indem sie sich immer äussert als eine Verkürzung und Verdickung der betreffenden Zelle, auf welche dann eine entsprechende Verlängerung und Verdünnung der Zelle folgt, so dass letztere nach dem Schluss der Bewegung wieder ihr ursprüngliches Aussehen hat. Die fliessende Bewegung der Theilchen der Zelle, welche wir bei der Amöbe kennen gelernt haben und welche überhaupt dem Protoplasma eigen ist, findet man in der contractilen Substanz der Muskelzellen nie.

In seiner einfachsten Form ist das Muskelgewebe aus sogenannten glatten Muskelzellen zusammengesetzt. Dies sind meistens spindelförmige, mehr oder weniger langgestreckte, zuweilen bandförmige Zellen, welche nach beiden Enden zugespitzt (zuweilen gespalten) sind. Sie besitzen einen Kern, welcher entweder, von einer geringen Menge Protoplasma umgeben, in der Mitte der Zelle liegt, oder sich, von mehr oder weniger Protoplasma umhüllt, auf der einen Seite der contractilen Substanz befindet. Die contractile Substanz ist homogen, etwas glänzend, nicht körnig oder quergestreift (zuweilen etwas längsstreifig). Die Muskeln der meisten wirbellosen Thiere (mit Ausnahme der Arthropoden) bestehen aus diesem Gewebe, welches auch in der Wand des Darmkanals etc. der Wirbelthiere vorkommt. — Den glatten Muskelzellen nahestehend sind die quergestreiften Muskelzellen, welche wesentlich nur dadurch abweichen, dass die contractile Substanz quergestreift erscheint; dieselbe ist nämlich in Querscheiben getheilt, welche abwechselnd verschiedenes Lichtbrechungsvermögen besitzen. (Finden sich z. B. im Herzen der Wirbelthiere.)

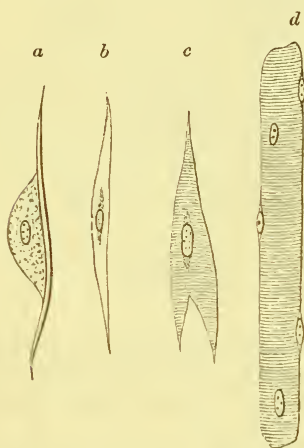


Fig. 13. *a—b* glatte Muskelzellen (*a* mit grossem Protoplasmarest), *c* quergestreifte Muskelzelle, *d* quergestreifte Muskelfaser. — Orig.

Abweichender sind die quergestreiften Muskelfasern, welche sich besonders dadurch von den eben erwähnten Muskelzellen unterscheiden, dass sie vielkernige Zellen sind. Eine quergestreifte Muskelfaser ist anfänglich eine einfache Zelle mit einem Kern, welcher sich demnächst mehrmals theilt, ohne dass der Zellkörper sich theilt. Die Kerne der ausgebildeten Muskelfaser liegen entweder in der contractilen Substanz oder an der Oberfläche derselben. Die Faser ist quergestreift, d. h. in Scheiben getheilt, welche abwechselnd verschieden lichtbrechend sind; ferner bemerkt man eine mehr oder weniger ausgeprägte Längsstreifung, welche auf einer Zusammensetzung der Faser aus feinsten sogenannten Fibrillen beruht. Die ganze Muskelfaser ist von einer dünnen Hülle, dem Sarkolemma, umgeben, welche sowohl

1) Woher diese Reize kommen, siehe unten.

den glatten wie den quergestreiften Muskelzellen abgeht. Die Muskelfasern sind in der Regel cylindrisch, an den Enden abgerundet (selten sind sie verzweigt oder an den Enden gespalten), oft sind sie von ansehnlicher Länge. Die Muskeln der Arthropoden und der grösste Theil der Wirbelthier-Muskeln bestehen aus quergestreiften Muskelfasern. — Sowohl diese als auch die quergestreiften Muskelzellen contrahiren sich schneller und kräftiger als die glatten Muskelzellen.

Muskelzellen (und Muskelfasern) treten nicht allein als grössere Gewebsmassen, sondern auch häufig isolirt auf, als zerstreute, untergeordnete Bestandtheile im Bindegewebe; in solchen Fällen findet man sogar Uebergangsformen zwischen Bindegewebszellen und Muskelzellen: Bindegewebszellen, welche halbwegs Muskelzellen geworden sind (Fig. 14, 2). — Diese enge Verbindung der Muskelzellen und des Bindegewebes zeigt sich auch in anderer Weise: wo Muskelzellen (oder -fasern) als grössere Gewebsmassen auftreten, ist es in manchen Fällen Bindegewebe, welches die Zellen mit einander verbindet, so dass wir im Grunde auch in diesen Fällen isolirte, in Bindegewebe eingelagerte Muskelzellen vor uns haben; das Bindegewebe ist aber hier spärlich, die Muskelzellen überwiegen. — In anderen Fällen werden die Muskelzellen, ähnlich wie die Zellen in den Epithelien, von einer Kittsubstanz zusammengehalten.

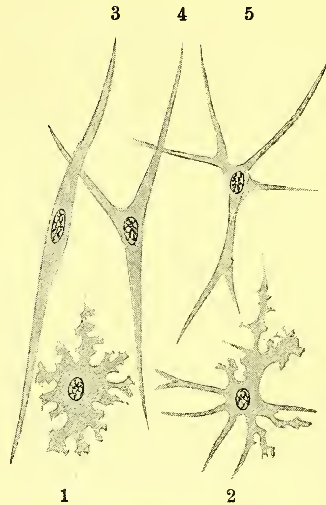


Fig. 14. Bindegewebszelle (1), glatte Muskelzellen (3—5) und eine Zelle (2), welche halbwegs Muskelzelle, halbwegs Bindegewebszelle ist. Aus der Harnblase des Salamanders. — Nach Flemming.

4) Nervengewebe. Den Reiz, welcher für die Contraction der Muskelzellen[1]) eine Vorbedingung ist, empfangen sie von Ganglienzellen, welche mit je einem fadenförmigen Fortsatz, oft von ansehnlicher Länge, versehen sind (Fig. 15, 2). Das freie Ende dieses Fortsatzes verbindet sich mit einer Muskelzelle, indem es sich in ein Büschel von feinen Aesten auflöst, welche sich der Muskelzelle dicht anlegen; der Fortsatz kann sich manchmal während seines Verlaufes in mehrere Zweige theilen, welche sich dann mit je einer Muskelzelle verbinden. Ausser diesem Fortsatz können noch mehrere andere, gewöhnlich kürzere, verästelte Fortsätze von der Ganglienzelle entspringen, welche nicht zu Muskelzellen gehen.

Ganglienzellen der erwähnten Art nennt man motorische. Eine andere Art von Ganglienzellen sind die sensiblen (Fig. 15, 4). Es sind Zellen, äusserlich wesentlich von demselben Gepräge wie die schon genannten, welche durch einen langen Fortsatz Empfindungen von der Aussenwelt empfangen. Der Fortsatz geht z. B. zu dem die Körperoberfläche bekleidenden Epithel und verästelt sich zwischen den Zellen desselben (vergl. den Abschnitt über Sinnesorgane).

Die Ganglienzellen sind zu Gruppen vereinigt, welche gewöhnlich sowohl motorische als sensible Zellen enthalten. Die Zellen verbinden

---

1) Unter „Muskelzellen" begreifen wir hier und überall im Folgenden sowohl glatte und quergestreifte Muskelzellen als auch Muskelfasern.

sich mit einander durch einige der Fortsätze, welche jedoch gewöhnlich nicht direct von einer Ganglienzelle in die andere übergehen, sondern Fortsätze von einer Zelle legen sich an eine andere (Fig. 15, 3) oder an Fortsätze von einer solchen. — Ausser den motorischen und sensiblen finden sich übrigens auch noch Ganglienzellen, welche mit ihren Fortsätzen sich allein mit anderen Ganglienzellen, nicht zugleich mit Muskelzellen oder Epithelien, verbinden (Fig. 15, 1).

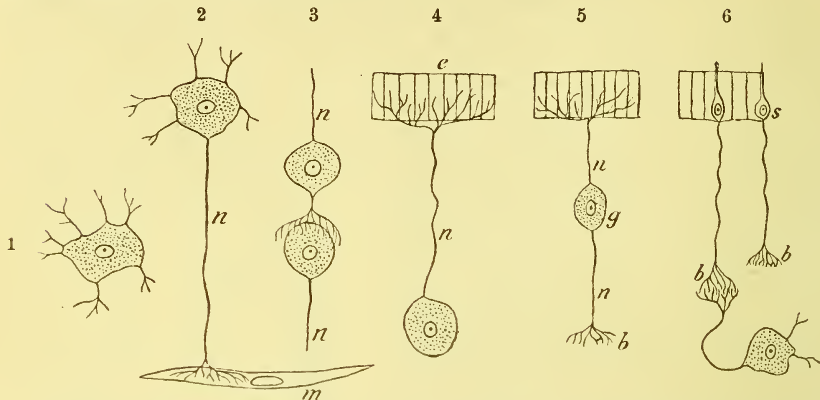


Fig. 15. Verschiedene Ganglienzellen etc. 1 Ganglienzelle mit Dendriten, ohne längere Fortsätze. 2 motorische Ganglienzelle, durch eine Nervenfaser *n* mit der Muskelzelle *m* verbunden. 3 zwei Ganglienzellen, welche mit einander in Verbindung stehen. 4 sensible Ganglienzelle, deren Nervenfaser sich in dem Epithel *e* verzweigt. 5 sensible Ganglienzelle *g*, mit zwei langen Fortsätzen; *b* die Endäste des einen Fortsatzes. 6 Sinneszellen *s*; *b* die Endäste der von denselben ausgehenden Nervenfasern; unten eine Ganglienzelle. — Orig.

Es sei hier bemerkt, dass manche Drüsenzellen ebenso wie die Muskelzellen erst in Thätigkeit treten, wenn sie einen Reiz von einer Ganglienzelle empfangen; in den Drüsen sieht man deshalb häufig Endverzweigungen von Ganglienzellen-Fortsätzen.

Die langen Fortsätze der Ganglienzellen nennt man mit einem gemeinsamen Namen Nervenfasern; diejenigen, welche zu Muskelzellen gehen, motorische, diejenigen, welche Sinnesempfindungen leiten, sensible Nervenfasern. Die kürzeren Fortsätze nennt man Dendriten. — Nicht allein von Ganglienzellen, sondern auch von gewissen Epithelzellen entspringen Nervenfasern (Fig. 15, 6). Die Epithelzellen, von denen hier die Rede ist, sind gewöhnlich hohe, dünne Zellen mit einem Stiftchen oder mehreren Härchen am freien Ende; sie gehen nach innen in einen langen, dünnen Fortsatz über, welcher sich schliesslich mit einer Ganglienzelle verbindet (indem das Ende sich in feine Aeste auflöst, welche sich einer Ganglienzelle oder einem Fortsatz einer solchen anlegen). Solche Epithelzellen nennt man Sinneszellen, der Fortsatz wird als sensible Nervenfaser bezeichnet.

Häufig sind die Nervenfasern von Scheiden besonders entwickelten Bindegewebes umgeben. Die meisten Nervenfasern der Wirbelthiere sind z. B. von einer doppelten Scheide umgeben, der stark lichtbrechenden, fettartigen Markscheide zuinnerst und der dünnen Schwann'schen Scheide oder dem Neurilemma. Andere Nervenfasern der Wirbelthiere sind allein vom Neurilemma umgeben.

II. Organe.

Obwohl der ganze Körper eine zusammenhängende Einheit bildet, kann man doch innerhalb desselben bei den meisten Metazoën sehr deutlich eine grössere oder geringere Anzahl bis zu einem gewissen Grad gesonderter Werkzeuge oder Organe unterscheiden, welche den Körper zusammensetzen und welche ein jedes wieder aus einer oder mehreren der vorhin beschriebenen Gewebsarten gebildet werden; ihre allgemeineren Verhältnisse werden wir im Folgenden betrachten.

Eine sehr geringe Sonderung in Organe finden wir bei der niedersten Metazoën-Abtheilung, den Cölenteraten, welche in mehrfacher Beziehung eigenthümliche Verhältnisse darbieten; vergl. den Spec. Theil.

1. Haut.

Die Haut, welche die äussere Begrenzung des Körpers bildet, besteht in den einfachsten Fällen nur aus einem Epithel, der Epidermis oder Oberhaut. An diese schliesst sich aber häufig eine bindegewebige Schicht, die Lederhaut (Corium), an. Bei den meisten Metazoën ist die Oberhaut ein einschichtiges Epithel, welches aus höheren oder platteren Zellen besteht und nicht selten in grösserer oder geringerer Ausdehnung von Wimperhaaren bedeckt ist; nur bei den Wirbelthieren ist sie ein mehrschichtiges Epithel, dessen äussere Zellen in der Regel verhornen und dadurch eine schützende Decke für die inneren bilden. Eine ähnliche Decke ist bei vielen anderen Metazoën in Form einer dünneren oder dickeren Cuticula vorhanden (Borstenwürmer, Insekten u. a.) — Die Lederhaut ist eine dünnere oder dickere, meistens ziemlich feste Bindegewebsschicht unterhalb der Oberhaut; nach innen zu ist dieselbe in der Regel wenig scharf von den benachbarten Theilen abgegrenzt; bei den meisten Wirbelthieren geht sie z. B. ohne Grenze in das lockere Unterhautbindegewebe (subcutane Bindegewebe) über. Nicht selten findet man bei niederen Metazoën in der Lederhaut verkalkte Ablagerungen von verschiedener Form und Grösse entwickelt (Echinodermen), bei den Wirbelthieren öfters kleinere oder grössere Knochenplatten (die Schuppen der Fische etc.). In der Lederhaut sind ferner sehr oft Muskelzellen vorhanden.

In der Haut finden sich sehr häufig theils einzellige Drüsen, theils echte Drüsen, deren Function sehr verschieden ist (Schleimdrüsen, Stinkdrüsen, Fett- und Schweissdrüsen etc.). Die Haut kann ferner mit Anhängen verschiedener Art versehen sein, unter welchen hier besonders die sogenannten Haar- oder Borstenbildungen hervorgehoben werden mögen. Mit diesem Namen werden übrigens Gebilde sehr verschiedener Natur bezeichnet; die Borsten der Gliederwürmer sind z. B. solide Cuticulargebilde, welche als Absonderungsproducte gewisser Oberhautzellen entstehen; die Haare der Gliederfüssler, ebenfalls Cuticulargebilde, sind hohl und mit einer Fortsetzung der Epidermis ausgefüllt; die Haare der Säugethiere bestehen dagegen aus verhornten Oberhautzellen.

Saugnäpfe sind speciell ausgebildete musculöse Hautpartien, welche manchen niederen und höheren Thieren als Haftwerkzeuge dienen. Die

betreffenden Organe, welche häufig über die übrige Haut hervortreten können, haben meistens die Gestalt eines kleinen, dickwandigen Napfes mit ebenem Rande; die convexe Seite hängt mit der übrigen Haut zusammen, die concave Seite ist frei. Die Saugnäpfe wirken meistens etwa in folgender Weise: Der Rand des Napfes wird fremden Gegenständen angedrückt (Fig. 16, *A*), und durch Zusammenziehung der in der Wand des Saugnapfes reichlich vorhandenen Musculatur wird der kleine Hohlraum zwischen dem Napfe und dem fremden Gegenstand vergrössert (Fig. 16, *B*), es entsteht dadurch ein Raum verminderten Druckes, und der Saugnapf wird durch den äusseren Luftdruck (Wasserdruck) an den Gegenstand fest angedrückt. Saugnäpfe der beschriebenen Art kommen bei Plattwürmern, Egeln, Tintenfischen, einzelnen Säugethieren etc. vor. — Ausser den Saugnäpfen finden sich auch andere Haftwerkzeuge; gewisse Thiere besitzen klebrige Hautpartien, mittelst welcher sie sich festhalten (Amphibienlarven); andere halten sich mittelst einfacher Adhäsion[1]) fest, indem sie eine besonders entwickelte, glatte, feuchte (aber nicht klebrige) Hautfläche mit dem Fremdkörper in Berührung bringen (Laubfrosch). Wieder andere heften sich mittelst Haken etc. an.

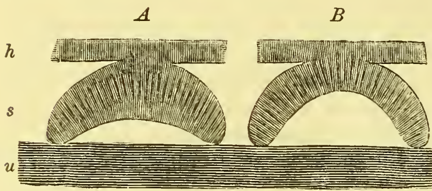


Fig. 16. Schema eines Saugnapfes in zwei verschiedenen Zuständen, Querschnitte. *h* Haut, *s* Saugnapf, *u* Fremdkörper. Vergl. übrigens den Text. — Orig.

Die Farbe der Haut beruht in vielen Fällen darauf, dass entweder in Ober- oder Lederhaut (oder in beiden) Zellen vorhanden sind, welche feine Pigmentkörnchen enthalten; das Pigment kann sich übrigens chemisch sehr verschieden verhalten. Zuweilen ist es das Blut der Lederhautgefässe, welches durchscheint (Kamm des Hahns etc.). Die Hautfarbe kann aber auch auf ganz anderen Verhältnissen beruhen; nicht selten trifft man z. B. Interferenzfarben[1]), welche durch eine eigenthümliche Structur der Haut hervorgerufen sind, z. B. durch eine schichtenweise Zusammensetzung der Cuticula oder der Lederhaut (die häufig vorkommenden Metallfarben sind z. B. oft Interferenzfarben). Eine weisse Farbe der Haut oder ihrer Anhänge (z. B. der Haare der Säugethiere) beruht zuweilen auf dem Vorhandensein feinster Luftbläschen in denselben.

Vielfach finden bei den Thieren sogenannte Häutungen statt, d. h. die äussere Lage der Oberhaut, entweder die Cuticula (Insekten, Krebse) oder die Hornschicht (Wirbelthiere), wird in Zusammenhang (seltener stückweise) von der übrigen Haut gelöst und abgeworfen. Einer solchen Abwerfung folgt immer eine Neubildung der Cuticula resp. der Hornschicht, welche Neubildung übrigens immer angefangen hat, bevor das Thier die alte „Haut“ abwirft.

Mit dem Namen „Schleimhaut“ bezeichnet man oft hautähnliche Auskleidungen innerer Höhlungen des Thierkörpers (z. B. des Darmkanals), welche mit der äusseren Oberfläche in offener Verbindung stehen. Eine Schleimhaut besteht aus einem Epithel und einer Bindegewebsschicht unterhalb desselben, ähnlich wie die Haut aus Ober- und Lederhaut.

---

1) Vergl. die Lehrbücher der Physik.

2. Skelet.

Die vorhin erwähnten, an der Aussenfläche der Haut befindlichen Deckgebilde oder die in der Haut vorhandenen Verkalkungen oder Verknöcherungen erlangen häufig eine bedeutende Dicke, Festigkeit und Zusammenhang und erscheinen dann als Stützorgan des Körpers, als Skelet, unter welchem Namen wir überhaupt alle festen Stützgebilde des Körpers zusammenfassen. Die an die Haut geknüpften Skeletgebilde, das Hautskelet, verdanken entweder ihre Entstehung der Oberhaut, wie z. B. beim Hummer, wo die mächtig entwickelte, sehr verdickte und verkalkte Cuticula das Skelet des Thieres darstellt; oder bei den Schnecken, deren Schale ein Absonderungsproduct gewisser Theile der Oberhaut ist. Oder das Hautskelet gehört der Lederhaut an, wie die aus vielen Kalkplatten zusammengesetzte Schale eines Seeigels, oder die ebenfalls in der Lederhaut gebildeten Knochenplatten, welche den Panzer einer Schildkröte zusammensetzen. Aber auch völlig unabhängig von der Haut findet man bei manchen Thieren — namentlich bei den Wirbelthieren — im Innern des Körpers feste Stützorgane: ein inneres Skelet. Dieses besteht vorzugsweise aus Knorpel- und Knochengewebe und kann öfters neben einem Hautskelet vorhanden sein, mit welchem es dann manchmal z. Th. innige Verbindungen eingeht (Schildkröten).

Zu der stützenden Function des Hautskelets tritt in den meisten Fällen auch die eines Schutzorgans des Körpers, welche in vielen Fällen sogar die Hauptfunction ist, wie z. B. bei den Schnecken und Schildkröten. Für das innere Skelet gilt Aehnliches (wenn auch in beschränkterem Umfange); dasselbe ist meistens nicht nur Stützorgan des Körpers, sondern auch Schutzwerkzeug gewisser Organe (z. B. der Schädel und die Wirbelsäule der Wirbelthiere für das Centralnervensystem).

3. Muskelsystem.

Das Muskelgewebe kann als mehr untergeordneter Bestandtheil in vielen Organen des Körpers, z. B. in der Haut, im Darmkanal etc. vorkommen. Als Hauptbestandtheil findet man es aber in den Muskeln, denjenigen Organen, welche im Allgemeinen die Bewegungen des Körpers oder seiner einzelnen Abschnitte und der Körperanhänge vermitteln. In diesen Organen, welche zusammen das Muskelsystem ausmachen, ist das Muskelgewebe das wesentliche und wirksame Element. Bei vielen niederen Thieren ohne äusseres und inneres Skelet schliesst das Muskelsystem sich eng an die Haut an, bildet eine zusammenhängende Schicht unterhalb dieser, mit welcher es innig verbunden ist; bei vielen „Würmern“ wird in dieser Weise ein Hautmuskelschlauch gebildet, welcher durch seine Contractionen die Bewegungen des Thieres veranlasst. Einen sehr grossen Einfluss auf die Entwicklung des Muskelsystems hat die Ausbildung eines Hautskelets, besonders in denjenigen Fällen, in welchen letzteres in eine Anzahl beweglicher Stücke (wie bei den Krebsen u. A.) zerfällt. Der Muskelschlauch sondert sich dann in eine Anzahl mehr oder weniger selbständiger Abschnitte, Muskeln, welche von einem Stücke des Hautskelets zum anderen gehen und dieselben gegen einander bewegen; die Musculatur ist aber noch immer an die Haut gebunden, das Skelet stellt ja in diesen Fällen

nur einen Theil der Haut dar. Die Verbindung des Muskelsystems mit der Haut hört aber zum grössten Theil auf, wenn ein inneres Skelet sich entwickelt, wie bei den Wirbelthieren; die Musculatur tritt dann in innige Verbindung mit letzterem, und die Bewegungen des Körpers kommen jetzt grösstentheils dadurch zu Stande, dass die einzelnen Skeletstücke gegen einander bewegt werden.

Wie oben erwähnt, ist der wirksame Theil der Muskeln das Muskelgewebe. Sie bestehen aber nicht ausschliesslich aus diesem Gewebe, sondern enthalten meistens in grösserer oder geringerer Ausdehnung Bindegewebe, welches die Muskelelemente zusammenhält und umscheidet und öfters an den Enden der Muskeln kürzere oder längere Sehnen bildet, welche dünner (oft auch schmäler) als der übrige Theil des Muskels sind und ausschliesslich aus straffem Bindegewebe gebildet werden; die Sehnen machen es möglich, dass der wirksame, dickere Theil des Muskels in kleinerem oder grösserem Abstand von der Stelle angebracht wird, wo die Kraft zur Wirkung kommen soll. — Ausser diesen bindegewebigen Sehnen werden auch andere Theile von ähnlicher Bedeutung, aber anderem Baue, mit demselben Namen bezeichnet, wie wir bei den Gliederfüsslern des Näheren sehen werden.

Bei den niederen Metazoën wird noch vielfach eine die Fortbewegung des Körpers wenigstens theilweise durch die Wimperhaare der Oberhaut (oder gewisser Theile derselben) vermittelt. Besonders geschieht dies bei vielen kleinen Larven (Cölenteraten, Stachelhäutern, Borstenwürmern, Weichthieren etc.), welche sich frei im Meere bewegen; bei solchen findet man häufig als wesentliches Fortbewegungsorgan entweder einen gleichmässig entwickelten Wimperüberzug oder Streifen (Ringe) von mächtig entwickelten Wimpern, durch deren Schwingungen der kleine Körper fortgetrieben wird. Beim ausgebildeten Thier kommt dagegen nur selten (Plattwürmer, Räderthiere) den Wimperzellen eine wesentlichere Bedeutung für die Locomotion zu.

4. Nervensystem.

Die Ganglienzellen und die Nervenfasern sind im thierischen Körper gewöhnlich gruppenweise vereinigt; Gruppen von Ganglienzellen werden Ganglien, Bündel von Nervenfasern Nerven genannt. Gewöhnlich findet man, dass die Hauptmasse der Ganglien mit einander zu einem centralen Nervensystem verbunden ist, von dem dann Nerven entspringen, welche zu Muskeln, Sinnesorganen etc. gehen; alle diese Nerven zusammen nennt man das peripherische Nervensystem. Es versteht sich übrigens von selbst, dass auch im centralen Nervensystem Nervenfasern vorhanden sind, und namentlich bestehen die Stränge, welche die Ganglien unter einander verknüpfen, wesentlich oder ausschliesslich aus Nervenfasern. Ferner sind auch nicht sämmtliche Ganglien im Centralnervensystem vereinigt, sondern viele kleine Ganglien liegen von demselben mehr oder weniger weit entfernt, sind mit ihm durch längere oder kürzere Nerven verbunden.

Die Nerven werden Bewegungsnerven (motorische Nerven) oder Empfindungsnerven (sensible Nerven) genannt, je nachdem sie aus motorischen oder sensiblen Nervenfasern bestehen [1]); viele

1) Die Empfindungsnerven theilt man wieder in Tast-, Geruchs-, Geschmacks-, Hör- und Sehnerven.

Nerven sind jedoch gemischt, enthalten beiderlei Fasern. Während ihres Verlaufes verästeln sich die Nerven gewöhnlich: sie spalten sich allmählich in immer dünnere Nerven, aus immer wenigeren Nervenfasern bestehend.

Das Centralnervensystem ist gewissermassen der Mittelpunkt des Körpers: von demselben gehen durch die Bewegungsnerven die Reize aus zu den Muskelelementen und bedingen die Bewegung letzterer: zu ihm kommen durch die Empfindungsnerven die von den verschiedenen Sinnesorganen empfangenen Eindrücke.

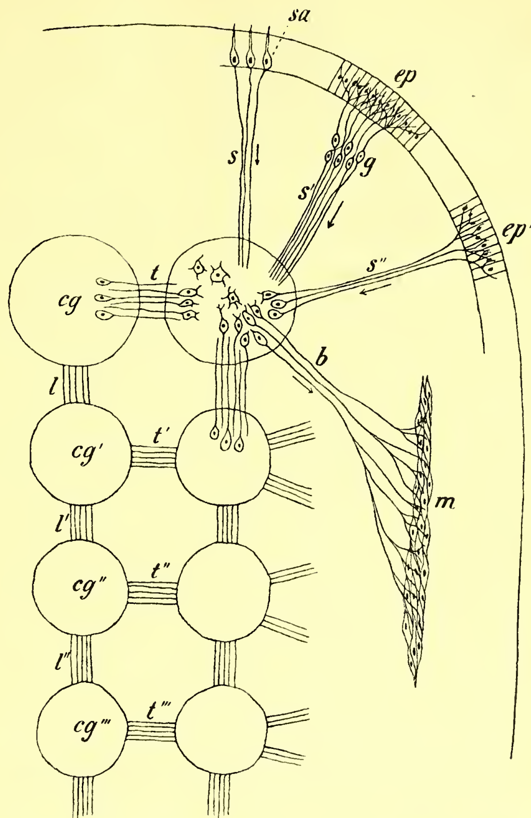


Fig. 17. Schema eines Nervensystems. *cg-cg'''* Ganglien des centralen Nervensystems, *l-l''* und *t-t'''* Längs- und Quernervenfasern, welche dieselben verbinden. *sa* Sinneszellen, *s* Nervenfasern, welche aus denselben entspringen. *g* peripherisches Ganglion, dessen Zellen je zwei Fasern entsenden, eine, welche sich in der Epidermis *ep* verzweigt, eine andere, *s'*, welche zum *cg* geht. *s''* sensible Fasern, welche aus in *cg* liegenden Zellen entspringen und sich in der Epidermis *ep'* verzweigen. *b* motorische Nervenfasern, welche zum Muskel *m* gehen. — Orig.

Mit dem Namen sympathisches Nervensystem bezeichnet man ein bei manchen Thieren vorhandenes System von mit einander verbundenen kleinen Ganglien und Nervenstämmen, von welchen zum Darmkanal (bei den Wirbelthieren auch zu verschiedenen anderen Eingeweiden und zum Gefässsystem) Nerven abgegeben werden. Das sympathische Nervensystem ist verhältnissmässig unabhängig vom Centralnervensystem (mit welchem es jedoch in Verbindung steht): die Muskelzellen derjenigen Organe, welche von ihm mit Nerven versehen werden, contrahiren sich, ohne einen Reiz vom Centralnervensystem zu erhalten (sie sind nicht der Herrschaft des Willens unterworfen); den nothwendigen Reiz erhalten sie von den Zellen der Ganglien des sympathischen Systems.

5. Sinnesorgane.

Durch die Sinnesorgane, welche gewöhnlich mehr oder weniger modificirte Theile der Oberhaut sind, empfängt das Thier Eindrücke, Empfindungen, von der Aussenwelt. Die Sinnesorgane stehen

immer in inniger Verbindung mit dem Nervensystem, entweder in der Weise, dass von Ganglienzellen in oder ausser dem Centralnervensystem Nervenfasern entspringen, welche sich zwischen den Zellen des Sinnesorgans verzweigen (Fig. 17, *ep* und *ep'*), oder dass von Sinneszellen (S. 14), welche im Sinnesorgane liegen, Nervenfasern entspringen, die zu den Ganglien gehen (Fig. 17, *sa*).

Man theilt gewöhnlich die Sinnesorgane in niedere und höhere; zu jenen werden dann die Organe des Tastsinns, des Geruchs und des Geschmacks gerechnet, welche in der Regel von einfacherem Baue sind als die oft sehr complicirten höheren Sinnesorgane, die Gehör- und Sehorgane.

Der **Tastsinn** ist im Gegensatz zu den übrigen Sinnen meistens über die ganze Oberfläche oder grössere Partien des Körpers verbreitet; die ganze Haut, besonders die Oberhaut, wird somit ein Sinnesorgan. In einigen Fällen, z. B. bei den Wirbelthieren, finden wir, dass zu den betreffenden Theilen der Haut Nervenfasern treten, welche sich zwischen den Oberhautzellen verzweigen. In anderen Fällen, z. B. bei Gliederwürmern, Weichthieren u. a., sitzen zwischen den gewöhnlichen Oberhautzellen besonders entwickelte Sinneszellen, Tastzellen, welche an ihrem freien Ende mit einem oder mehreren stift- oder haarähnlichen Fortsätzen [1]) versehen sind, während sie sich an ihrem inneren Ende in eine Nervenfaser fortsetzen [2]). — Häufig finden wir bei verschiedenen Thieren warzen- oder fadenförmige Hautfortsätze, welche mit besonders vielen Tastzellen oder mit zahlreichen Nervenfasern ausgestattet sind und demgemäss eine hervorragende Rolle als Tastwerkzeuge spielen.

Bei den Wirbelthieren treten, wie oben erwähnt, einige Tastnervenfasern in die Oberhaut hinein; andere enden aber in der Lederhaut. Zuweilen sind die letztgenannten Nervenfasern von zwiebelschalenähnlichen Bindegewebsscheiden umhüllt: Pacini'sche Körperchen [3]), oder sie sind in anderer Weise besonders ausgestattet.

Die **Geruchsorgane** sind Sinneswerkzeuge, auf welche gasförmige Stoffe in eigenthümlicher Weise einwirken. Organe, denen eine Geruchsempfindung mit völliger Sicherheit zugeschrieben werden darf, kennt man nur bei einer verhältnissmässig kleinen Anzahl von Thiergruppen, namentlich bei den auf dem Lande lebenden Wirbelthieren. Das Geruchsorgan ist bei diesen ein Epithel, welches nach seiner Entstehung ein Abschnitt der Oberhaut ist; in diesem Epithel finden sich lange, dünne Sinneszellen mit einem Stift oder mehreren „Sinneshaaren" an der Spitze, während sie sich an ihrem inneren Ende in Nervenfasern fortsetzen, welche in den vordersten Theil des Gehirns eintreten. — Bei den Insekten, welche, wie aus vielen Beobachtungen hervorgeht, einen feinen Geruchssinn besitzen, sind die Geruchsorgane an den Fühlern angebracht. Wir finden hier einige sehr feine Haare, welche, wie die Haare der Arthropoden überhaupt, Ausstülpungen der Cuticula sind; sie sind äusserst dünnwandig, und in jedes Haar, welches ge-

---

1) Zuweilen können solche Tastzellen und andere ähnliche Sinneszellen in hohem Grade an Wimperzellen erinnern, die „Härchen" sind aber nicht activ, sondern nur passiv beweglich.

2) Zuweilen liegt nur ein äusserer schmälerer Theil der Sinneszelle zwischen den anderen Oberhautzellen, während der dickere Theil derselben mit dem Kern unterhalb der Oberhaut im Bindegewebe liegt.

3) Solche können auch im Inneren des Körpers vorkommen (z. B. im Gekröse der Katze).

wöhnlich in einer kleinen Grube sitzt, erstrecken sich fadenförmige Fortsätze einer oder mehrerer darunter liegender Sinneszellen (Fig. 18).

Während wir es in den genannten Organen der Insekten wahrscheinlich mit wirklichen Geruchswerkzeugen zu thun haben, giebt es dagegen zahlreiche Einrichtungen, welche (auch in diesem Buche) als Geruchsorgane bezeichnet werden, denen aber dieser Name schwerlich mit Recht zukommen dürfte. Dies gilt von allen „Geruchsorganen“ bei Thieren, welche stets im Wasser leben und somit nicht (oder selten) mit luftförmigen Stoffen in Berührung kommen. Die Riechgruben der Fische, welche allerdings nach ihrer Lage etc. den Geruchsorganen der höheren Wirbelthiere entsprechen (homolog [1]) sind), können z. B. kaum wirkliche Geruchsorgane sein; dasselbe gilt auch von den feinen „Riechhaaren“, welche bei vielen Krebsen an den Vorderfühlern vorhanden sind. Die genannten Organe bei Fischen, Krebsthieren u. a. sind offenbar nach ihrem ganzen Verhalten Sinnesorgane, deren specielle Function aber unbekannt ist; vielleicht sind es Geschmacksorgane.

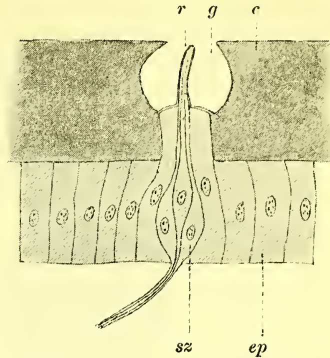


Fig. 18. Schnitt durch ein kleines Stückchen des Fühlers eines Insekts, Schema. *c* Cuticula; *g* Grube, an deren Boden das Riechhaar, *r*, von einer verdünnten Partie der Cuticula entspringt; *ep* Oberhaut, *sz* Sinneszellen. — Orig.

Auf die **Geschmacksorgane** wirken nur Stoffe, welche sich in flüssiger Form befinden. Bei den Wirbelthieren werden sie durch die sog. Geschmacksknospen vertreten, welche ihren Platz auf der Zunge und an anderen Stellen der Mundhöhlenwand haben und aus je einer Gruppe von Zellen bestehen, unter denen sich einige lange dünne Zellen mit einer feinen, hervorragenden Spitze am freien Ende befinden; letztere stellen wahrscheinlich die eigentlichen Werkzeuge des Geschmackssinns dar. Zu den Geschmacksknospen, welche speciell ausgebildete Partien des Mundhöhlenepithels sind, treten Nervenfasern, welche sich zwischen den Zellen verzweigen. Bei den Fischen können Geschmacksknospen auch noch an der äusseren Körperoberfläche vorkommen. — Aehnliche Gebilde finden sich auch bei manchen Borstenwürmern und Weichthieren (Schnecken z. B.), bei denen sie besonders in der Mundhöhle und äusserlich am vorderen Ende des Körpers ihren Platz haben. — Anderer Art sind die Organe, welche bei den Insekten, wie es scheint, eine Geschmacksempfindung vermitteln. Es sind kurze Haare, welche an der Unterlippe, den Kiefern etc. angebracht sind und sich in allem Wesentlichen wie die oben erwähnten Riechhaare der Insekten verhalten.

Den niederen Sinnesorganen sind noch verschiedene andere Organe zuzuzählen, deren speciellere Function nicht näher bestimmt werden kann. Dazu gehören die Sinneshügel der Fische (vergl. diese) und der Amphibien und ähnliche Organe bei Borstenwürmern und Weichthieren.

Die **Gehörorgane** erscheinen im Allgemeinen als Blasen, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt sind; die Blasen (Otocysten) sind aus einer eingestülpten Partie der Oberhaut gebildet und stehen entweder mit der

1) Vergl. unten Abschn. V, Schluss.

Oberfläche in offener Verbindung oder sind — meistens — ganz von der Oberhaut abgeschnürt und somit geschlossene Blasen; häufig liegen sie tief in den Körper eingesenkt, weit von der Oberfläche entfernt. Die Gehörblasen sind gewöhnlich ungefähr kugelig, nehmen aber bei den Wirbelthieren complicirtere Formen an, welche später besprochen werden sollen. Ihre Wand, an welche Nervenfasern (Hörnerv) hinantreten, besteht aus einem einschichtigen Epithel, dessen Zellen — alle oder nur zum Theil — mit feinen, in die Flüssigkeit hineinragenden haarähnlichen Fortsätzen ausgestattet sind. Durch die Schallwellen werden die Härchen der Zellen in Bewegung gesetzt, und der in dieser Weise hervorgerufene Eindruck wird dann weiter durch den Hörnerven nach dem Centralnervensystem geleitet. In den Gehörblasen finden sich gewöhnlich, in der Flüssigkeit schwebend, ein oder mehrere feste, aus Kalk bestehende Körperchen, Otolithen (Hörsteinchen). Bei den höheren Wirbelthieren treten verschiedene Nebenapparate in den Dienst des Gehörwerkzeuges mit der Aufgabe der Schallverstärkung etc.

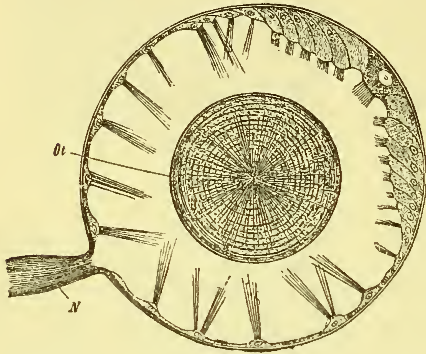


Fig. 19. Gehörbläschen einer Schnecke. *Ot* Otolith, *N* Nörnerv. — Nach Claus.

Wesentlich von dem gewöhnlichen Typus abweichend sind die Gehörwerkzeuge der Arthropoden: bei den Krebsen ist der Gehörsinn an besonders entwickelte Haare geknüpft, welche frei an der Körperoberfläche oder in blasenförmigen Einstülpungen derselben sitzen, und bei den Insekten finden wir wieder einen ganz anderen Typus; vergl. bei den einzelnen Abtheilungen.

Durch Versuche ist nachgewiesen worden, dass die Gehörblasen mancher Thiere noch eine andere Function besitzen als diejenige, Schallempfindungen zu vermitteln: sie haben eine Bedeutung für die Erhaltung des normalen Gleichgewichtes des Thieres während der Bewegung; wenn sie zerstört werden, wird die Bewegung unstetig, das Thier fällt auf die Seite etc. [1]). (Bei den Wirbelthieren besitzen speciell die halbkreisförmigen Kanäle der Gehörblase diese Function.) In welcher Weise die Gehörorgane übrigens diese Regulirung bewirken, ist noch nicht entschieden.

Die **Sehorgane** sind bei den meisten Thieren, ebenso wie die im Vorhergehenden erwähnten Sinnesorgane, eigenthümlich entwickelte Theile der Oberhaut. In seiner einfachsten Form (Fig. 20, 1) ist das Sehorgan ein kleiner, pigmentirter Fleck der Oberhaut, an welchen Nervenfasern, der Sehnerv, hinantreten (gewisse Medusen, einzelne Muscheln). In anderen Fällen (Fig. 20, 2) ist die Oberhautpartie, welche als Gesichtswerkzeug ausgebildet ist, mehr oder weniger vertieft, bildet eine kleine offene, pigmentirte Grube (gewisse Schnecken, Cöl-

1) Bei einigen Thieren treten diese Erscheinungen nur dann ein, wenn sowohl Augen als Gehörorgane zerstört worden sind, während das Zerstören der Augen allein oder der Otocysten allein diese Wirkung nicht hat.

enteraten). Das Verhältniss kann zuweilen dadurch complicirt werden, dass die Cuticula, welche bei vielen niederen Thieren die Oberhaut bekleidet, sich über der grubenförmigen Partie stark verdickt, so dass eine Linse, ein lichtbrechender Körper, gebildet wird (Fig. 20, 3; gewisse Cölenteraten). Oder die Grube vertieft sich zu einem Sack, welcher nur durch eine kleine Oeffnung mit der Aussenwelt in Verbinduung steht und von einer gallertigen Absonderung des Epithels ausgefüllt sein kann (Fig. 20, 4; einige Schnecken). Oder selbst diese Oeffnung kann

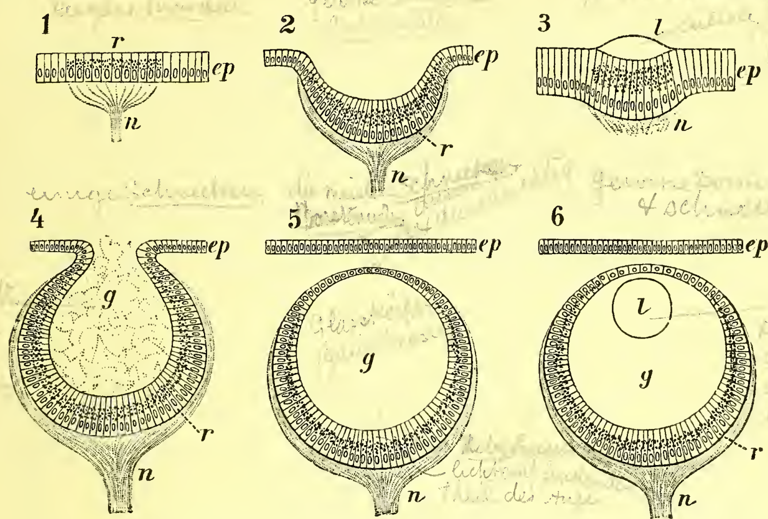


Fig. 20. Verschiedene Formen von Sehorganen, schematisch. *n* Sehnerv, *r* Netzhaut, *ep* Oberhaut, *g* Glaskörper, *l* Linse. — Orig.

vollständig geschlossen und die Verbindung des Epithels des Sehorgans mit der übrigen Oberhaut abgebrochen sein, so dass das Sehorgan eine geschlossene Blase unterhalb letzterer bildet; die von der Oberfläche abgekehrte Seite der Blase ist verdickt, pigmentirt und bildet den lichtempfindenden Theil des Auges, die Netzhaut (Retina)[1]), während die entgegengesetzte Seite dünn und durchsichtig ist, ebenso wie derjenige Theil der Haut (die Hornhaut), welche oberhalb der Blase liegt; der Hohlranm der Blase ist von einer Gallertmasse, dem Glaskörper, ausgefüllt (Fig. 20, 5; die meisten Schnecken und Borstenwürmer). Bei anderen ist im vorderen Theil der Augenblase eine lichtbrechende Linse abgesondert, welche im Glaskörper ruht und als ein besonders ausgebildeter Theil desselben aufzufassen ist (Fig. 20, 6; gewisse Borstenwürmer und Schnecken). Mit der Entwicklung dieser Linse ist die Augenblase zu einem wirklichen Auge geworden; auf dem Hintergrund der Augenblase, auf der Netzhaut, kann jetzt ähnlich wie im menschlichen Auge ein wirkliches Bild erzeugt werden, während in den einfacheren Formen des Sehorgans wohl meistens nur von einer Unterscheidung von Hell und Dunkel die Rede sein kann.

1) Mit diesem Namen bezeichnet man stets den eigentlich lichtempfindenden Theil des Sehorgans.

In Augenformen wie den beschriebenen besteht gewöhnlich die Netzhaut theils aus pigmentirten Zellen, welche die eigentlichen lichtempfindenden Zellen, Sehzellen, zu sein scheinen, theils aus farblosen „Stützzellen", welche, wie es scheint, den Glaskörper absondern. Die ersteren tragen häufig auf ihrem, dem Glaskörper zugewendeten Ende ein unpigmentirtes, durchsichtiges Stäbchen.

Eine eigenthümliche Stellung nehmen die Sehorgane ein, welche wir bei den Gliederfüsslern (Arthropoden) finden. In seiner einfachsten Form (Fig. 21, A), wie sie gewissen Insektenlarven eigen ist, erscheint das Arthropodenauge als eine eingesenkte Oberhautpartie, welche unmittelbar in die übrige Oberhaut übergeht, also insofern ein ähnliches Verhältniss wie etwa in Fig. 20, 2; es zeichnet sich aber immer dadurch aus, dass die empfindenden Zellen, die Netzhautzellen, von der Oberfläche abgerückt und von den angrenzenden Oberhautzellen überdeckt sind; der äussere Theil der letzteren, welcher die Netzhautzellen bedeckt, ist durchsichtig, während sie übrigens stark pigmentirt sind, welch Letzteres auch mit den Netzhautzellen der Fall ist, ihren äussersten stabförmigen Theil jedoch ausgenommen. Diejenige Partie der Cuticula, welche das Auge über-

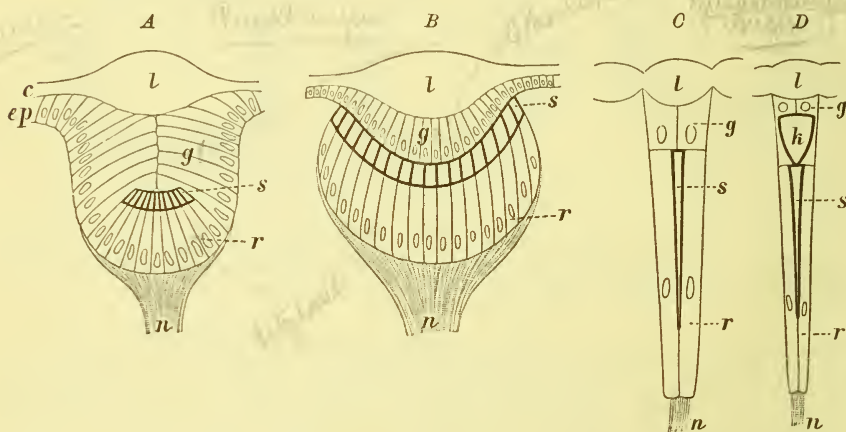


Fig. 21. Verschiedene Formen von Gliederfüssleraugen, schematisch. *A*, *B* Punktaugen, *C*, *D* einzelne Augen aus zusammengesetzten Arthropodenaugen. *n* Sehnerv, *r* Netzhaut, *s* Stabtheil der Netzhautzellen, *g* Glaskörper, *k* Krystallkegel, *l* Linse, *c* der angrenzende Theil der allgemeinen Cuticula des Thieres, *ep* Oberhautzellen. — Orig.

zieht, ist linsenförmig verdickt. Eine folgende Stufe vertreten diejenigen Augen (Fig. 21, B; „Punktaugen" bei Insekten, Insektenlarven und Spinnen), in welchen die Netzhautzellen sich vollständig aus dem directen Zusammenhang mit der übrigen Oberhaut losgelöst haben; in diesen Augen finden wir dann unterhalb der Linse eine dünnere oder dickere Schicht durchsichtiger Zellen, welche mit den angrenzenden Oberhautzellen unmittelbar zusammenhängen und denjenigen Zellen entsprechen, welche in der einfacheren Augenform sich über die Netzhaut hinschieben; unterhalb dieser Zellenschicht, welche als Glaskörper bezeichnet wird, liegt die Netzhaut. Die zusammengesetzten Augen (Fig. 21, C, D), welche man bei den meisten Insekten und Krebsthieren findet, bestehen aus einer grössere Anzahl (bis mehrere Tausende) dicht zusammengelagerter einzelner Augen, welche einen

ähnlichen Bau wie die soeben beschriebenen besitzen. Für das zusammengesetzte Auge ist es jedoch eigenthümlich, dass die einzelnen Augen, aus welchen es besteht, sehr schmal und gestreckt sind und jedes nur eine ganz kleine Anzahl von Netzhautzellen (6 – 8) und Glaskörperzellen besitzen. Wie in den einfachen Augen besitzt jede Netzhautzelle einen stabartigen durchsichtigen Theil (am oberen Ende oder am inneren Rande der Zellen); häufig findet man auch, dass in jeder Glaskörperzelle ein eigenthümlicher lichtbrechender Körper sich entwickelt, welcher mit den entsprechenden der übrigen Glaskörperzellen zu einem sogenannten Krystallkegel (D, *k*) verschmilzt.

Wesentlich verschieden von den beschriebenen Augenformen, deren empfindender Theil, die Netzhaut, in allen Fällen einen besonders entwickelten Theil der Oberhaut darstellt, ist das Auge der Wirbelthiere, dessen Netzhaut kein Oberhautabschnitt, sondern eine speciell umgeformte Partie des vorderen Theiles des centralen Nervensystems, des Gehirns, ist. Diese Augenform wird bei den Wirbelthieren geschildert werden.

Ausser den hier erwähnten Augen-Typen findet man noch bei gewissen Thieren andere, welche übrigens ebenso wie die oben beschriebenen in der Regel besonders entwickelte Oberhautpartien sind (Plattwürmer, Muscheln u. a.).

Es ist hier noch zu bemerken, dass wir bei nicht wenigen Thieren, denen besondere Sehwerkzeuge fehlen, trotzdem eine Lichtempfindung constatiren können; das gilt z. B. vom Regenwurm, welcher sich eiligst in seine Röhren zurückzieht, wenn sein Vorderende (wo die Gehirnganglien ihren Platz haben) einem starken Licht ausgesetzt wird.

6. Darmkanal.

Ebenso wie die Amöbe erleiden auch die Zellen der Metazoën einen stetigen Stoffverlust durch die chemischen Umbildungen, welche eine nothwendige Bedingung für den Fortgang der Lebensfunctionen sind. Sie müssen sich deshalb ernähren, sich einen Ersatz für den Verlust verschaffen. Da aber die einzelne Zelle im zusammengesetzten thierischen Körper nicht, wie die Amöbe, im Stande ist, die Nährstoffe direct aus der Aussenwelt aufzunehmen, so müssen besondere Einrichtungen vorhanden sein, welche eine Ernährung ermöglichen. Dies ist die Aufgabe des Darmkanals. In denselben wird die Nahrung aufgenommen und in ihm wird sie verdaut, d. h. in einen gelösten Zustand gebracht, so dass sie von der Wand des Darmkanals aufgesogen und weiter in die Gewebe des Körpers übergeführt werden kann. Diejenigen Theile, welche im Darmkanal nicht aufgelöst und aufgesogen werden, gehen wieder nach aussen ab (die Excremente).

Während sich bei den meisten Thieren in den Darmkanal Secrete ergiessen, durch welche die Nahrung aufgelöst wird, ist das Verhältniss bei den Cölenteraten und Spongien ein anderes. Hier findet keine solche Absonderung statt, sondern indem die aufgenommenen Nährkörper mit den Epithelzellen in Berührung kommen, werden sie direct von diesen aufgelöst (und aufgesogen). Kleinere Körper, z. B. Diatomeen, werden sogar ganz von den Epithelzellen ergriffen und aufgenommen. Letzteres findet man auch häufig bei Plattwürmern.

In seiner einfachsten Form ist der Darmkanal ein Sack oder ein Schlauch, welcher nur durch eine Oeffnung mit der Aussenwelt in Ver-

bindung steht; diese Oeffnung dient dann sowohl als Einfuhröffnung, Mund, wie als Ausfuhröffnung für die unverdauten Theile (Cölenteraten, Plattwürmer).

Bei den meisten Thieren besitzt aber der Darmkanal zwei Oeffnungen, einen Mund und einen After (Anus). Der Darmkanal ist dann gewöhnlich ein längerer Schlauch, mit der Mundöffnung am einen, der Afteröffnung am anderen Ende. Meistens zerfällt der Schlauch in mehrere Abschnitte, denen verschiedene Functionen zugewiesen sind. In einfacheren Fällen kann man nur drei Abschnitte unterscheiden: den Munddarm, welcher oft sehr musculös ist und in verschiedener Weise dazu dient, die Nahrung in den Darmkanal einzuführen; den gewöhnlich langen Mitteldarm, in welchem die Auflösung und Aufsaugung vor sich geht; und den Enddarm, welcher als Ausführungskanal und Reservoir der unverdaulichen Theile dient (Rund- und Gliederwürmer). Bei anderen ist der Munddarm wieder in eine geräumigere Mundhöhle, welche öfters mit Werkzeugen zum Ergreifen und Festhalten der Beute oder zur mechanischen Bearbeitung der Nahrungsmittel (Zähnen) ausgestattet ist, und eine engere Speiseröhre getheilt. Auch der Mitteldarm ist häufig (z. B. bei den Wirbelthieren) in einen vorderen geräumigeren Abschnitt, den Magen, und einen hinteren längeren Abschnitt, den eigentlichen Darm (Dünndarm der Wirbelthiere) getheilt; ersterer besorgt dann mehr die Verdauung, indem seine Wandung mit reichlichen Drüsen ausgestattet ist, welche auflösende Flüssigkeiten absondern, während der Darm mehr aufsaugend wirkt (der Verdauungsprocess wird übrigens auch im Darm fortgesetzt). Seltener ist auch der Enddarm in mehrere Abschnitte getheilt. — Nicht ganz selten ist der eine oder andere Abschnitt des Darmkanals zu einem Kaumagen ausgebildet, in welchem eine mechanische Bearbeitung der Nahrung vor sich geht; der Kaumagen ist in einigen Fällen (z. B. bei den höheren Krebsen) der hintere Theil der Speiseröhre, welcher erweitert, musculös und an seiner inneren Seite mit festen Theilen ausgestattet ist; in anderen Fällen (bei den Vögeln) ist der hintere Theil des Magens zu einem Kaumagen umgebildet.

An verschiedenen Stellen des Darmkanals findet man sehr häufig Ausstülpungen, Blindsäcke, von verschiedener Form. Ihre Function ist verschieden: die Ausstülpungen des Munddarmes dienen gewöhnlich nur als vorläufige Behälter für die aufgenommenen Nahrungsstoffe (Kropf der Vögel und Insekten); diejenigen des übrigen Darmkanals haben gewöhnlich die Aufgabe, das Darmsystem geräumiger zu machen oder die verdauende und aufsaugende Oberfläche zu vergrössern (Blinddarm der Säugethiere, Ausstülpungen des Darmes der Egel). Letzterer Zweck wird in manchen Fällen auch auf andere Weise erreicht: durch eine Verlängerung des Darmes oder dadurch, dass an seiner Innenseite sich feine Falten oder Aehnl. bilden (Wirbelthiere).

Die Flüssigkeiten, durch welche die Nahrung aufgelöst wird, werden theils von dem Epithel des Darmkanals selbst abgesondert, theils stammen sie von kleinen Drüsen, welche in die Wand namentlich des Magens und des Darmes eingelagert sind, theils endlich von grösseren Drüsen, welche ausserhalb des Darmkanals liegen und nur mit ihren Ausführungsgängen dessen Wand durchbohren. Bei vielen niederen Thieren ist diese absondernde Thätigkeit an das Epithel des Darmkanals allein geknüpft, während sie bei höher organisirten Thieren, z. B. bei Wirbelthieren, wesentlich oder ausschliesslich von besonderen grösseren oder kleineren

Drüsen besorgt wird. Die grösseren, ausserhalb des Darmkanals liegenden Drüsen werden nach den verschiedenen Abschnitten des Darmkanals, in welche sie ausmünden, mit verschiedenen Namen belegt; es werden z. B. diejenigen, welche sich in die Mundhöhle öffnen — und welche jedenfalls in vielen Fällen für die Verdauung von geringer Bedeutung sind, öfters nur die Aufgabe haben, die Nahrungsstoffe zu befeuchten und ihr Hinabgleiten zu erleichtern — Speicheldrüsen genannt, während diejenigen, welche in den Darm münden, meistens mit dem Namen Leber bezeichnet werden. Die Secrete der betreffenden Drüsen sind übrigens bei verschiedenen Thieren sehr verschieden; die Einwirkung des „Leber"-Secrets auf die Nahrungsstoffe ist z. B. keineswegs immer dieselbe.

Was die feinere Zusammensetzung betrifft, so besteht der Darmkanal in den einfachsten Fällen lediglich aus einer Epithelschicht; an diese schliessen sich dann bei anderen Bindegewebe und Muskelelemente, so dass wir in einem entwickelteren Darmkanal die Wand aus folgenden Schichten zusammengesetzt finden: zu innerst eine Epithelschicht, ausserhalb derselben eine bindegewebige Lage, welche mit dem Epithel innig verbunden ist und öfters eine grosse Anzahl kleiner Drüsen einschliesst (das Epithel und die Bindegewebslage werden zusammen als die Schleimhaut bezeichnet), und nach aussen eine oder mehrere Muskelzellen-Schichten (Muskelhaut), deren Contractionen für die Fortbewegung der Nahrung durch den Darmkanal von grosser Bedeutung sind.

Nur bei wenigen Metazoën fehlt ein Darmkanal ganz. Wir finden in diesem Falle entweder, dass trotzdem eine wirkliche Mundöffnung vorhanden ist, durch welche die Nahrung in das weiche Gewebe des Körpers hineintritt, das dann die Verdauung besorgt (gewisse Plattwürmer); oder es fehlt auch eine Mundöffnung, und die Nahrung wird dann durch die Haut des Thieres, durch Endosmose, aufgenommen. Letzteres Verhältniss findet man nur bei Thieren, welche als Schmarotzer leben, und namentlich bei solchen, welche sich im Darmkanal anderer Thiere aufhalten, wo sie stets von halb oder ganz aufgelösten Nährstoffen umgeben sind (Bandwürmer, Kratzer).

Die Nahrung der Thiere besteht aus anderen Organismen, Thieren oder Pflanzen, oder aus Stoffen, welche solchen entstammen (ausserdem aus Wasser). Kein Thier kann, wie es für manche Pflanzen der Fall ist, sich aus anorganischen Stoffen allein ernähren.

7. Gefässsystem.

Die aufgelösten Nährstoffe gehen, nachdem sie die Darmwandung durchsetzt haben, bei manchen niederen Thieren durch eine Art Endosmose in die verschiedenen Gewebe des Körpers über [1]). Bei den meisten Thieren ist aber das Verhältniss etwas complicirter, indem sich im Körper ein besonderes, verzweigtes Kanalsystem ausbildet, welches einerseits die aufgelöste Nahrung aus der Darmwandung aufsaugt, andererseits dieselbe, welche übrigens während ihres Aufenthaltes in den Röhren gewissen Veränderungen unterliegt, durch den Körper herum führt, wobei sie von den Geweben theilweise aufgesogen wird. Dieses Röhrennetz wird als das Gefässsystem bezeichnet.

1) Bei manchen solchen Thieren wird die Vertheilung der aufgelösten Nahrung dadurch erleichtert, dass der Darmkanal verzweigt, mit zahlreichen Ausstülpungen versehen ist, welche sich weit in den Körper hinaus erstrecken (z. B. bei den Medusen, beim Leberegel etc.).

Das Gefässsystem ist also ein System von baumförmig verzweigten Röhren, den Blutgefässen oder Adern, welche durch den Körper verbreitet sind. Es ist bald sehr vollkommen und fein verzweigt und durchdringt dann mit seinen Zweigen fast sämmtliche Organe und Gewebe des Körpers; nur die Epithelien bleiben meistens gefässlos, sie erhalten ihre Nahrung durch Durchsickerung aus den angrenzenden Geweben. In anderen Fällen besteht es dagegen aus verhältnissmässig wenigen abgegrenzten Kanälen, welche mit den Spalten und Hohlräumen des Körpers in offener Verbindung stehen. In einem wohl ausgebildeten Gefässsystem zeichnen sich einige der Gefässe durch ihre bedeutende Weite vor den anderen aus, und von diesen Hauptstämmen gehen nach den verschiedenen Körpertheilen andere Gefässe aus; letztere verzweigen sich unterwegs, theilen sich in immer feinere Aeste, und diese lösen sich endlich in die feinsten, netzförmig verbundenen Gefässe auf, welche die Organe durchdringen. Die Flüssigkeit, welche von den grossen Stämmen in die kleineren und kleinsten strömt, kehrt durch andere, welche ebenfalls mit den feinsten Gefässen in Verbindung stehen, schliesslich wieder in die Hauptstämme zurück, so dass wir — wenigstens ist dies meistens der Fall — einen Kreislauf der Flüssigkeit beobachten. Diese Flüssigkeit, die Blutflüssigkeit, ist wesentlich als die aufgelöste Nahrung aufzufassen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass sie auch von den Körpergeweben gewisse Theile aufgenommen hat, Abfallproducte von den chemischen Umbildungen, welche im Körper stattfinden; die Blutflüssigkeit ist gewöhnlich klar und farblos, seltener gefärbt (roth, grün etc.). In derselben finden sich freie Zellen, die Blutzellen oder Blutkörperchen, gewöhnlich amöboide (amöbenähnliche), farblose [1]) Zellen; seltener ist ein grösserer oder kleinerer Theil der Blutkörperchen formbeständig (nicht im Stande, Pseudopodien auszusenden) und roth gefärbt. Besonders bei den Wirbelthieren findet man solche rothe Blutkörperchen (welche bei ihnen weit zahlreicher sind als die weissen), sie kommen aber auch bei verschiedenen niederen Thieren vor (z. B. bei gewissen Borstenwürmern, Weichthieren), wo sie jedoch keine so regelmässige Form besitzen wie bei den Wirbelthieren, bei denen sie ovale oder kreisrunde Scheiben sind. — Die Blutflüssigkeit und die Blutkörperchen bilden zusammen das Blut, dessen Farbe meistens von der Farbe der Flüssigkeit, bei den Wirbelthieren dagegen von derjenigen der Blutkörperchen abhängt.

Die Blutkörperchen werden in der Regel in zellenreichen Bindegewebspartien gebildet, welche zuweilen als selbständiger gesonderte Organe („Lymphdrüsen") hervortreten; die Blutkörperchen sind somit Bindegewebszellen, welche sich von ihrer Bildungsstelle gelöst haben und in den Blutstrom eingetreten sind.

Da es von Wichtigkeit ist, dass sich das Blut in stetiger Strömung befindet, so ist gewöhnlich an gewissen Stellen des Röhrensystems reichliches Muskelgewebe in der Wand vorhanden, so dass diese Abschnitte im Stande sind, rhythmische Contractionen auszuführen, zu pulsiren, und dadurch das Blut fortzubewegen; man nennt einen solchen Abschnitt des Gefässsystems ein Herz. Es können mehrere solche bei demselben Thier vorhanden sein; gewöhnlich findet sich jedoch nur ein einzelnes, oder, wenn mehrere vorhanden sind, zeichnet sich eins derselben durch Grösse und kräftige Entwicklung aus und wird als das

1) Im Protoplasma können jedoch zuweilen gefärbte Körnchen vorhanden sein.

Herz bezeichnet; dieses steht immer mit einigen der grössten Gefässe des Körpers in directer Verbindung, bildet, so zu sagen, den Knotenpunkt des ganzen Gefässsystems. Oft finden sich an den Oeffnungen des Herzens eigenthümliche Falten, Klappen, deren Aufgabe es ist, die Richtung des Blutstroms zu reguliren, indem sie nur die Durchströmung nach der einen Richtung erlauben; wenn das Blut anfängt, nach der entgegengesetzten Richtung zu strömen, versperren sie den Weg (vergl. Fig. 22, 1). Oefters ist „das Herz“ aus mehreren selbständigen Abtheilungen zusammengesetzt, welche häufig als ebenso viele dicht beisammen gelagerte Herzen aufzufassen sind. Meistens ist es dann so, dass das Blut zunächst in eine dünnwandigere Abtheilung, den Vorhof, eintritt und von dieser in eine dickwandigere, kräftigere, die Herzkammer, gelangt, welche als die wichtigere der beiden erscheint. Zuweilen finden wir auch, dass in die Herzkammer mehrere Vorhöfe einmünden (bei manchen Mollusken). Die Gefässe, in denen das Blut in der Richtung zum Herzen hin verläuft, werden als Venen, diejenigen, in welchen das Blut in der entgegengesetzten Richtung, vom Herzen weg, verläuft, als Arterien bezeichnet. Die feinsten, netzförmig verbundenen Gefässe, welche die äussersten Aeste der Venen und Arterien verbinden, nennt man Capillaren; sie fehlen übrigens sehr oft und sind durch die Spalten und Hohlräume des Körpers gewissermassen ersetzt; die Venen und Arterien stehen dann mit diesen in offener Verbindung, das Blut gelangt von den Arterien in die Spalträume hinein und von diesen wieder in die Venen.

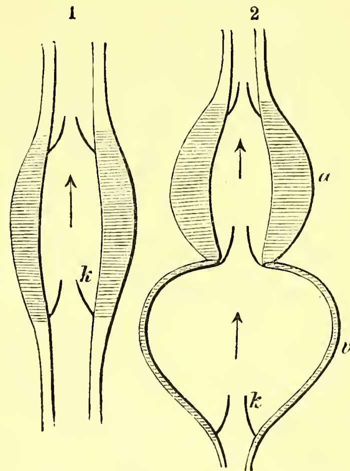


Fig. 22. 1 Schema eines einfachen Herzens, 2 eines aus Vorhof und Herzkammer zusammengesetzten. *a* Herzkammer, *v* Vorhof, *k* Klappe. — Orig.

Der feinere Bau der Gefässe ist ziemlich verschieden; die Grundlage ist eine einfache, die Höhlung der Röhre begrenzende Schicht platter Zellen, welche in den Capillaren ohne weitere Zuthat die Gefässe bildet, während sie in den übrigen Gefässen gewöhnlich von Bindegewebe, glatten Muskelfasern etc. umgeben ist, so dass die grösseren Gefässe ziemlich dickwandig sein können.

Ueber das ausschliesslich bei den Wirbelthieren vorhandene Lymphgefässsystem vergl. diese.

8. Athmungsorgane.

Die Zellen des Metazoënkörpers müssen ebenso wie die Amöbe Sauerstoff aufnehmen, um leben zu können. Es muss somit vom Körper immerfort Sauerstoff aufgenommen werden, und derselbe muss allen Zellen der verschiedenen Körpertheile zugeführt werden. Ferner müssen die Abfallproducte, welche durch die in den Zellen stattfindende Verbrennung gebildet werden, aus dem Körper ausgeschieden werden. Einer dieser Abfallstoffe ist die Kohlensäure — eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff (CO_2) — deren Ausscheidung aus dem

Körper in regelmässigem Wechsel mit der Aufnahme des Sauerstoffs stattfindet, während andere Abfallproducte in anderer Weise fortgeschafft werden (vergl. die Excretionsorgane). Man bezeichnet die Aufnahme des Sauerstoffs und die Ausscheidung der Kohlensäure als die Athmung (Respiration) und diejenigen Organe, welche dieser Function dienen, als die Athmungsorgane. Der Sauerstoff wird bei einigen Thieren aus der atmosphärischen Luft aufgenommen, von welcher bekanntlich ungefähr $^1/_5$ Sauerstoff ist („luftathmende" Thiere); bei anderen ist es dagegen der in allen natürlichen Gewässern vorhandene freie (gelöste) Sauerstoff, welcher bei der Athmung verbraucht wird.

Viele niedere Thiere besitzen keine besonderen Athmungsorgane, sondern athmen mit der ganzen freien Oberfläche des Körpers; der im Wasser oder in der Luft enthaltene Sauerstoff wird endosmotisch von der Haut aufgenommen und dringt von dieser weiter in den Körper hinein, ebenso wie die Kohlensäure von der Haut abgegeben wird. Bei denjenigen von diesen Thieren, welche ein Gefässsystem besitzen, spielt dieses eine gewichtige Rolle in Bezug auf die Ueberführung des Sauerstoffs in den Körper und auf die Fortschaffung der Kohlensäure; das Blut nimmt, indem es durch die Hautgefässe strömt, den Sauerstoff auf, führt ihn in das Körperinnere hinein, giebt ihn unterwegs ab und nimmt Kohlensäure auf und kehrt, mit dieser beladen, nach der Haut zurück, wo die Kohlensäure abgegeben und Sauerstoff aufgenommen wird (Hautrespiration). — Auch der Darmkanal kann bei den Thieren, welche keine Athmungsorgane besitzen, eine Rolle bei der Athmung spielen, indem mit der Nahrung immer Luft oder lufthaltiges Wasser hinabgeschluckt wird, dessen Sauerstoff während der Wanderung der Nahrung durch den Darmkanal von letzterem aufgenommen wird (Darmrespiration). — Es sind namentlich eine grosse Anzahl Wasserthiere, welche besonderer Athmungsorgane entbehren; dazu kommen aber noch einzelne Landthiere (z. B. der Regenwurm). Fast immer sind es ziemlich „dünnhäutige" Thiere, d. h. solche ohne eine dickere, feste Cuticula oder einen anderen, vom Sauerstoff schwer zu durchdringenden Ueberzug, und fast immer Thiere von geringer Grösse (kleine Körper haben bekanntlich eine verhältnissmässig grössere Oberfläche als grosse Körper von derselben Form).

Die meisten Thiere sind jedoch mit besonderen Athmungsorganen ausgestattet. Das allgemein durchgeführte Princip besteht darin, dass das lufthaltige Wasser oder die atmosphärische Luft mit grösseren, dünnhäutigen Flächen in Berührung gebracht wird, durch welche der Sauerstoff in ausgedehntem Maasse aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden wird; meistens ist unmittelbar unter der betreffenden Oberfläche ein dichtes Capillarnetz ausgebreitet.

Diejenigen Thiere, welche darauf angewiesen sind, den im Wasser enthaltenen Sauerstoff aufzunehmen, athmen meistens durch Kiemen, dünnhäutige Körperanhänge mit verhältnissmässig grosser Oberfläche, welche entweder frei auf dem Körper sitzen oder in Höhlungen angebracht sind, die mit der Aussenwelt in offener Verbindung stehen (Kiemenhöhlen); die Oberflächenvergrösserung wird durch plattenförmige Ausbreitung, durch Faltung, Verzweigung etc. der Kieme erreicht. Wenn die Kiemen in Höhlungen eingeschlossen sind, so ist gewöhnlich durch besondere Einrichtungen dafür gesorgt, dass eine Wasserströmung stetig oder wenigstens häufig über die Kiemen hin stattfindet (so bei vielen Krebsthieren, z. B. beim Hummer, und bei den

Fischen), wodurch erreicht wird, dass immer neue Wassertheilchen — und damit auch neuer Sauerstoff — mit den Kiemen in Berührung kommen.

Bei den luftathmenden Thieren sind die Athmungsorgane in der Regel dünnhäutige, sackförmige Einstülpungen, L u n g e n, welche durch eine grössere oder kleinere Oeffnung mit der Aussenwelt in Verbindung stehen; die respirirende Oberfläche der Lungen wird häufig dadurch vergrössert, dass sich kleinere Ausstülpungen an denselben bilden; dies kann sich wiederholen, so dass die Lunge stark verästelt und ihre innere Oberfläche ausserordentlich gross wird (vergl. besonders die Wirbelthiere). In der Wand des Sackes findet sich gewöhnlich ebenso wie in den Kiemen ein feines Gefässnetz.

Eine eigenthümliche Art von Lungen ist das bei manchen Arthropoden vorhandene T r a c h e e n s y s t e m, welches bei den Insekten näher behandelt werden wird.

Ebenso wie es für die Kiemen nothwendig ist, dass sie immerfort mit neuen Wassertheilen in Berührung kommen, so muss auch in den luftathmenden Organen die Luft s t e t i g e r n e u e r t werden; bleibt dieselbe Luftmasse in einer Lunge stehen, so wird der Sauerstoff allmählich verbraucht, die Luft wird mit Kohlensäure beladen, und wird die Luftmasse dann nicht erneuert, so hört die Lunge auf, als Athmungsorgan zu wirken. Die Entfernung der Luft geschieht im Allgemeinen in der Weise, dass die betreffenden Organe zusammengepresst werden, die Aufnahme in der Regel dadurch, dass sie sich wieder erweitern, wodurch die zurückgebliebene Luft verdünnt wird und die äussere Luft einströmt; die näheren Einrichtungen sind übrigens höchst verschieden.

Die Ausbildung besonderer Athmungswerkzeuge hat den grössten Einfluss auf das G e f ä s s s y s t e m, dessen Anordnung zum grossen Theil von den Athmungsorganen bedingt wird. Von besonderer Bedeutung erscheint der Umstand, dass es für den Organismus vortheilhaft ist, dass das Blut, welches in die verschiedenen Organe, die Athmungsorgane ausgenommen, hineinströmt, möglichst sauerstoffreich und kohlensäurefrei ist, während es andererseits zweckmässig ist, dass das den Athmungswerkzeugen zufliessende Blut möglichst viel Kohlensäure aus dem übrigen Körper mitgenommen hat, wodurch der Gasaustausch in den Athmungsorganen intensiver wird. Dies wird im All-

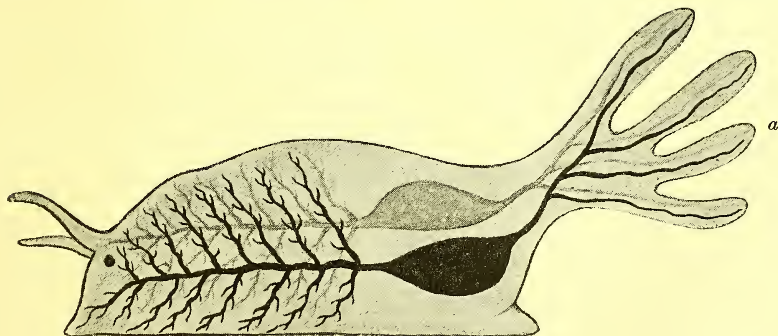


Fig. 23. Schema, um das allgemeine Verhältniss der Athmungsorgane *a* zum Gefässsystem zu illustriren. Arterieller Blutbehälter hell, venöser dunkel gehalten. Siehe den Text. — Orig.

gemeinen in der Weise erreicht, dass das kohlensäurehaltige, sogenannte venöse Blut, welches die Organe durchströmt hat, sich zu einem grösseren gemeinsamen Behälter begiebt, aus welchem es nach den Kiemen oder Lungen befördert wird. Nachdem es hier die Kohlensäure abgegeben und Sauerstoff aufgenommen hat, geht das Blut, welches jetzt als arterielles bezeichnet wird, in einen zweiten grossen Blutbehälter, aus welchem es in den Körper hineinströmt. Derartig ist die Anordnung durchgehends bei den mit Athmungswerkzeugen und einem ausgebildeten Gefässsystem versehenen Thieren; innerhalb dieses gemeinsamen Rahmens findet man aber sehr grosse Unterschiede. Bei vielen wirbellosen Thieren (Weichthieren, Krebsen) wird der arterielle Blutbehälter von dem Herzen repräsentirt; dieses empfängt also bei jenen das arterielle Blut von den Kiemen, ist ein „arterielles Herz", aus welchem dann das Blut in den Körper getrieben wird; vom Körper geht das venöse Blut in einen grossen venösen, nicht contractilen Behälter, einen venösen „Blutsinus", welcher wieder das Blut an die Kiemen abgiebt. Bei den Fischen ist es ganz anders; bei ihnen repräsentirt das Herz den venösen Behälter, welcher das Blut aus dem Körper aufnimmt und dasselbe an die Kiemen abgiebt, das Herz dieser Thiere ist ein „venöses Herz"; von den Kiemen geht das Blut zur Aorta, einem grossen (nicht pulsirenden) Gefäss, welches dem arteriellen Behälter entspricht, und von diesem in den Körper hinein. Bei Vögeln und Säugethieren ist das Verhältniss wieder wesentlich anders, indem hier eigentlich, wenn man die Function allein betrachtet, zwei Herzen vorhanden sind, von welchen das eine, die rechte Seite des Herzens (rechter Vorhof und rechte Herzkammer), den venösen Blutbehälter repräsentirt, indem es das Blut aus dem Körper empfängt und in die Lungen führt, während das andere (linker Vorhof und linke Herzkammer) den arteriellen Behälter darstellt, das Blut aus den Athmungsorganen empfängt und in den Körper hineintreibt.

Es ist hier übrigens hervorzuheben, dass die Ausbildung besonderer Athmungsorgane es in keiner Weise zur Folge hat, dass die allgemeine Haut- und Darmrespiration aufhört. Diese Seiten der Athmung sind zwar bei manchen Thieren, z. B. bei den Säugethieren, von sehr untergeordneter Bedeutung, bei anderen können sie dagegen, besonders die Hautathmung, eine bedeutende Rolle spielen.

In den rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere ist ein rother Stoff, Hämoglobin, vorhanden, welcher für die Athmung von grosser Bedeutung ist, indem der grösste Theil des aufgenommenen Sauerstoffs nicht einfach in der Blutflüssigkeit aufgelöst, sondern chemisch an das Hämoglobin gebunden ist, vom welchem er sich jedoch sehr leicht wieder trennt, was eben geschieht, indem das Blut in den Capillaren durch die Gewebe tritt; wenn das Hämoglobin sauerstoffreich ist, hat das Blut eine hochrothe Farbe (arterielles Blut); wenn es sauerstoffarm ist, erscheint das Blut dunkelroth (venöses Blut). Derselbe oder ein ähnlicher Stoff findet sich auch in den rothen Blutkörperchen niederer Thiere und ist ebenfalls in der rothgefärbten Blutflüssigkeit bei Borstenwürmern u. a. vorhanden. In der hellblau gefärbten Blutflüssigkeit der Tintenfische findet sich ein verwandter Stoff, Hämocyanin, welcher dieselbe Function hat wie das Hämoglobin; und derselbe oder ein ähnlicher Stoff findet sich ebenfalls in der Blutflüssigkeit anderer Weichthiere und mancher Arthropoden.

Durch die in den Zellen stattfindende Oxydation (Verbrennung) wird nicht nur die Energie erzeugt, welche sich in den Lebensthätigkeiten äussert: der Protoplasmabewegung, den Muskelcontractionen, den eigenthümlichen Vorgängen in den Nervenzellen und -fasern etc., sondern auch Wärme. Die so erzeugte Wärme geht jedoch im Allgemeinen durch Ausstrahlung von der Oberfläche des Körpers und in anderer Weise schnell wieder verloren, so dass die Körpertemperatur bei den meisten Thieren nur sehr wenig höher ist als die Wärme der sie umgebenden atmosphärischen Luft. Nur bei den sogenannten „warmblütigen" Wirbelthieren (Vögeln und Säugethieren) ist die Wärmeproduction so bedeutend und der Körper mit Vorrichtungen ausgestattet, welche dazu geeignet sind, die erzeugte Wärme besser als gewöhnlich zurückzuhalten, dass sie im Stande sind, ihren Körper auf einer einigermassen constanten, ziemlich hohen Temperatur zu halten, welche zuweilen sehr bedeutend von dem der umgebenden Luft abweichen kann. Der Körper bedarf übrigens einer gewissen inneren Wärme — welche bei verschiedenen Thieren verschieden ist —, damit die Lebensthätigkeiten auf normale Weise stattfinden können.

Lautorgane. Viele Thiere haben das Vermögen, Laute von verschiedener Art zu erzeugen. Wenn wir dieses Vermögen an dieser Stelle erwähnen, so geschieht es nicht deshalb, weil dasselbe in irgend einem Verhältniss zu dem eigentlichen Respirationsprocess steht, sondern weil die lauterzeugenden Organe bei den luftathmenden Thieren, welche besonders mit diesem Vermögen ausgerüstet sind, gewöhnlich eng an die Athmungsorgane geknüpft sind. Am Eingange zu den Luftathmungsorganen sind öfters dünne Platten oder Hautfalten („Stimmbänder") vorhanden, welche durch die aus den Athmungsorganen ausgepresste Luft in Schwingungen versetzt werden können. In dieser Weise wird nicht nur die Stimme der meisten Wirbelthiere erzeugt, sondern auch manche der Laute der Insekten. Die Lautäusserung kann aber auch von den Athmungswerkzeugen ganz unabhängig sein. Gewisse Schrei- und Knarrlaute bei Insekten, Krebsen und Fischen kommen z. B. dadurch zu Stande, dass feste Flächen gegen einander gerieben werden; der summende Laut der Bienen und anderer fliegender Insekten kann durch Schwingungen der Flügel erzeugt werden. Die verschiedenen Lautäusserungen dienen theils als Mittheilungsmittel anderen Individuen derselben Art gegenüber, theils um Angreifer zu erschrecken etc.

Leuchtorgane. In einem nahen Verhältniss zum Respirationsprocess steht das Leuchtvermögen, welches man bei manchen, namentlich wirbellosen Thieren trifft. Die Lichtentwicklung ist gewöhnlich an gewisse Zellen, namentlich Oberhautzellen geknüpft, in deren Protoplasma fettartige Stoffe vorhanden sind; das Licht wird dadurch erzeugt, dass der Sauerstoff sich mit diesen Stoffen verbindet, also durch eine Art „Verbrennung", welche übrigens nicht mit einer Wärmeproduction verbunden zu sein braucht. Das Leuchten findet sich bei sehr vielen Thieren verschiedener Abtheilungen (wenn auch die nichtleuchtenden allerdings die grosse Mehrzahl bilden): bei gewissen Protozoën, Cölenteraten, Stachelhäutern, Borstenwürmern, Krebsen, Insekten, Muscheln, Tintenfischen, Mantelthieren, Fischen. — Mit diesem Leuchtvermögen lebender Thiere darf das Leuchten todter Thiere, z. B. Fische, nicht zusammengestellt werden; letzteres wird durch gewisse Bakterien bewirkt, wobei fraglich ist, ob das Licht von den in Zersetzung begriffenen Geweben des Thieres oder von den Bakterien selbst ausstrahlt.

9. Excretions- oder Harnorgane.

Bei den chemischen Processen in den Zellen werden ausser Kohlensäure auch gewisse andere, besonders stickstoffhaltige, Abfallproducte (Harnstoff, Harnsäure) gebildet, welche in dem Organismus nicht weiter verwendet werden können. Zum Wegschaffen derselben sind bei der Mehrzahl der Thiere besondere drüsige Organe ausgebildet, die Harn- oder Excretionsorgane (Nieren); es sind gewöhnlich schlauch- oder sackförmige Drüsen, welche an der Körperoberfläche oder in den hinteren Theil des Darmkanals ausmünden. Das Secret, der Harn, ist entweder ganz flüssig oder enthält feste, körnige oder krystallinische Körperchen. Manchmal ist ein Sack ausgebildet, welcher als Rerservoir für den abgesonderten Harn dient: Harnblase; diese kann z. B. eine erweiterte Partie eines Drüsenschlauches oder des Ausführungsganges mehrerer solcher sein. — Ausserdem besitzen aber bei manchen Thieren andere Organe eine excretorische Nebenfunction: bei einigen Borstenwürmern sondern die Zellen gewisser Abschnitte des Darmkanals feste Concretionen [1]) aus, welche ohne Zweifel Harnstoffe sind; Aehnliches gilt auch für den Enddarm der Räderthiere und für einen Theil der Zellen der Leber bei den Schnecken; auch in dem Epithel, welches die Leibeshöhle gewisser Borstenwürmer und der Haie auskleidet, bilden sich Harnstoffe, welche in verschiedener Weise aus der Leibeshöhle ausgeführt werden.

Nicht immer jedoch werden die im Körper gebildeten Abfallproducte aus dem Körper weggeschafft; in einigen (wahrscheinlich in vielen) Fällen werden sie in Zellen abgelagert, welche keine Verbindung mit der Aussenwelt besitzen. Solches ist z. B. bei gewissen Fliegenlarven der Fall, bei denen eine Zellenmasse um das Herz sich findet, in welche Excretionsstoffe abgelagert werden. Bei einer Nacktschnecke, deren eigentliche Niere rückgebildet ist, findet man im ganzen Körper Zellen zerstreut, welche Harnsäure-Concremente enthalten. Vergl. auch die Mantelthiere.

Auch die bei den meisten Thieren in so ausgedehntem Maasse vorhandenen Pigmente dürften zum grossen Theil Abfallproducte darstellen, welche manchmal ähnlich wie die soeben genannten in Zellen dauernd abgelagert werden. In anderen Fällen werden regelmässig grosse Pigmentmassen aus dem Körper weggeschafft: bei der Häutung mancher Thiere, bei der Härung der Säugethiere, bei der Mauser der Vögel werden die in der Cuticula, resp. den Haaren und den Federn vorhandenen Pigmente aus dem Körper entfernt [2]).

10. Fortpflanzung und Fortpflanzungsorgane.

Die Fortpflanzung, die Erzeugung neuer Individuen, erscheint im Thierreich in zwei ganz verschiedenen Formen, als ungeschlecht-

1) Kleine Körper, welche im Protoplasma liegen.

2) Das in der Oberhaut und den Haaren der Säugethiere vorhandene Pigment wird — jedenfalls zum grossen Theil — nicht an Ort und Stelle gebildet, sondern durch Wanderzellen, welche aus dem unterliegenden Bindegewebe in die Oberhaut einwandern, in diese hineingebracht.

liche und als geschlechtliche Fortpflanzung. Wir betrachten zunächst die erstere, innerhalb welcher wieder die Fortpflanzung durch Theilung und durch Sprossung (Knospung) unterschieden werden.

Die **Theilung** findet in der Weise statt, dass an dem betreffenden Individuum Längs- oder Querfurchen auftreten, die immer tiefer in den Körper eindringen und denselben endlich in zwei gewöhnlich ungefähr gleich grosse Theile trennen, welche durch Wachsthum vor, während oder nach der Trennung sich derartig vervollständigen, dass jeder Theil dem ursprünglichen Individuum gleich wird; seltener findet die Theilung ohne vorhergehende Einschnürung, als eine plötzliche Sprengung des Thieres in zwei Stücke statt. Die **Sprossung** ist dadurch von der Theilung abweichend, dass nur ein kleinerer Theil des Körpers des ursprünglichen Individuums durch starkes Wachsthum sich zu einem neuen Thiere entwickelt, so dass jenes sich als Mutterindividuum, als erzeugendes, dem Sprössling gegenüber verhält, während bei der Theilung die beiden Individuen als gleichwerthig erscheinen. Uebrigens gehen diese beiden Fortpflanzungsformen derartig in einander über, dass es vielfach unmöglich ist, zu sagen, ob man einer Theilung oder einer Sprossung gegenübersteht. Wir werden im Laufe der speciellen Darstellung verschiedenen Fällen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung begegnen, besonders (abgesehen von den Protozoën) bei Cölenteraten, Plattwürmern und Borstenwürmern, seltener bei Stachelhäutern.

Oefters sondert sich das durch Theilung oder Sprossung erzeugte neue Individuum nicht vollständig von dem anderen, sondern bewahrt einen mehr oder weniger innigen Zusammenhang mit ihm; indem die Sprossung oder Theilung sich wiederholt, entsteht ein grösserer oder kleinerer Complex von Thieren, welche sämmtlich mit einander in Verbindung stehen und durch ungeschlechtliche Fortpflanzung aus einem ursprünglichen Individuum entstanden sind: eine Colonie, ein Thierstock. Die den Stock zusammensetzenden Individuen haben in grösserem oder geringerem Grade ihre Selbständigkeit eingebüsst, je nach der mehr oder weniger engen Verbindung mit den übrigen Individuen des Stockes; vergl. den Spec. Theil. Stockbildungen finden sich besonders bei Korallen, Hydroiden, Plattwürmern, Moosthieren und Mantelthieren.

Regeneration. Mit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung nahe verwandt ist das Vermögen, durch Neubildung Körpertheile zu ersetzen (regeneriren), welche durch äussere Eingriffe verloren gegangen sind, was durch Wachsthum von den der Wunde am nächsten befindlichen Gewebspartien geschieht (die Oberhaut-Ränder erzeugen neue Oberhaut, das Bindegewebe neues Bindegewebe etc.). Dieses Vermögen besitzen die verschiedenen Thiere in sehr verschiedenem Grade. Sehr gering ist es z. B. bei den Säugethieren, welche verloren gegangene Hautpartien und und Aehnliches durch Regeneration ersetzen können, während der Verlust grösserer Theile des Organismus (z. B. des Schwanzes, der Gliedmaassen) nicht ersetzt wird. Grösser ist es bei gewissen niederen Wirbelthieren, z. B. bei den Eidechsen, bei denen der Schwanz sich regeneriren kann, oder bei den Wassersalamandern, welche nicht nur einen neuen Schwanz, sondern auch neue Gliedmaassen bilden können. Bei wirbellosen Thieren, sogar bei einem verhältnissmässig so complicirten Geschöpf wie dem Regenwurm, können sich grosse Stücke des Körpers regeneriren; ja bei einigen Thieren ist das Regenerationsvermögen so

gross, dass sie, in zwei oder mehrere Stücke zerschnitten, zu ebenso vielen neuen Individuen auswachsen (das bekannteste Beispiel in dieser Richtung bietet der Süsswasserpolyp dar).

Während die ungeschlechtliche Fortpflanzung bei einigen Thierformen auftritt, bei anderen fehlt, besitzen dagegen alle Metazoën eine **geschlechtliche Fortpflanzung**, deren wesentlicher Charakter darin besteht, dass eine einzige Zelle, nachdem sie sich vom Thiere gelöst hat, sich zu einem neuen Individuum entwickelt. Nicht jede Zelle des Metazoën-Körpers besitzt dieses Vermögen, sondern nur gewisse eigenthümliche Zellen, welche als Eier bezeichnet werden. In der Regel ist auch das Ei nicht im Stande, sich ohne weiteres zu einem neuen Individuum zu entwickeln; es muss vorher befruchtet werden, d. h. sich mit einer anderen, in der Regel viel kleineren Zelle von eigenthümlicher Beschaffenheit, einem sogenannten Samenkörperchen (Spermatozoon), vereinigen.

Das **Ei**, welches in der Regel eine rundliche, oft kugelrunde Zelle ist, besteht wie andere Zellen aus Protoplasma, in welchem ein Kern — das Keimbläschen genannt — liegt; letzterer enthält häufig ein grosses Kernkörperchen, den Keimfleck, oder auch mehrere; oft ist das Ei mit einer dünneren oder dickeren Hülle, der Dotter- oder Eihaut, umgeben, die mit einer oder mehreren Oeffnungen, Mikropylen, versehen sein kann, durch welche das Samenkörperchen in das Ei eindringt. Im Protoplasma sind gewöhnlich zahlreiche fett- oder

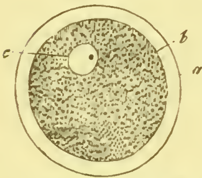


Fig. 24. Ei des Menschen. *a* Eihaut, *b* Protoplasma, *c* Kern. — Nach Kölliker.

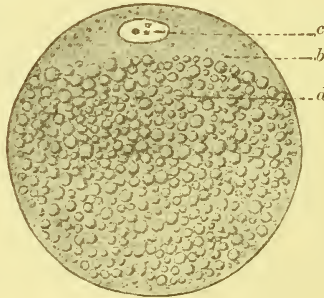


Fig. 25. Schema eines Eies mit einer grossen Menge von Dotterkugeln, *d*; das Protoplasma, *b*, mit dem Kern, *c*, grösstentheils an einem Pol angesammelt. — Nach O. Hertwig.

eiweissartige Körperchen verschiedener Form ausgeschieden, Dotterkörnchen, -kugeln, -plättchen, welche mit einem gemeinsamen Namen als Dotterkörperchen oder Deutoplasma bezeichnet werden (im Gegensatz zum Protoplasma, in welchem sie liegen). Das Ei ist fast immer gross im Vergleich mit den meisten anderen Zellen; in vielen Fällen (z. B. bei den Säugethieren) ist es allerdings mikroskopisch klein, in anderen Fällen aber, wenn das Deutoplasma sehr stark entwickelt ist, erreicht es eine kolossale Grösse (z. B. bei Haien und Vögeln). Nicht selten sammelt sich dann das meiste Protoplasma mit dem Kern an dem einen Pol an, während die Hauptmasse des Eies aus Dotterkörperchen besteht, welche von einer geringen Menge Protoplasma zusammengehalten werden (Vögeln); oder das Protoplasma liegt als eine dünne Schicht an der ganzen Oberfläche des Eies, während das Innere hauptsächlich aus Deutoplasma besteht (Insekten).

Das **Samenkörperchen** ist anfänglich eine einfache, kleine, aus Protoplasma und Kern bestehende Zelle, und einige Samenkörperchen

bleiben auf dieser Stufe stehen (Fig. 26, 1). In der Regel ist aber das fertige Samenkörperchen nicht so einfach. Sehr häufig besteht es aus einem verdickten Theil, dem Kopf, und einem langen, dünnen peitschenförmigen Schwanz, durch dessen Schwingungen das Samenkörperchen lebhaft fortbewegt wird; der Kopf besteht wesentlich aus dem umgebildeten Kern, der Schwanz kann als eine mächtige Wimpergeissel aufgefasst werden; das Protoplasma ist geschwunden. Diese Form von Samenkörperchen kommt bei vielen Thieren sehr verschiedener Abtheilungen vor; übrigens können die Samenkörperchen noch viele andere Formen besitzen.

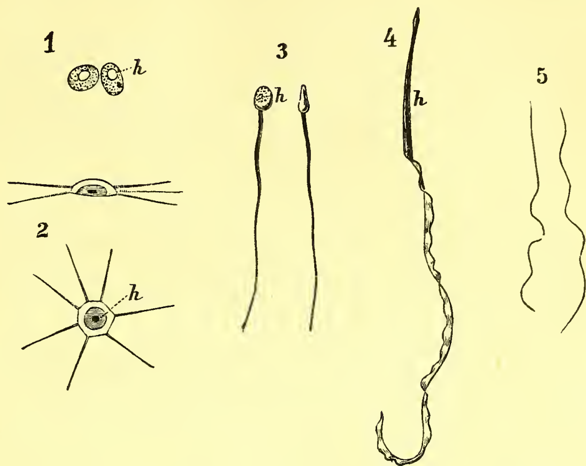


Fig. 26. Spermatozoën verschiedener Thiere, 1 eines Krebses (*Thysanopus*), 2 einer Krabbe, 3 des Menschen, 4 eines Salamanders (mit einem Saum längs des Schwanzes), 5 eines Käfers. *h* Kopf (Kern). — Nach verschiedenen Autt.

Geschlechtsorgane. Die Bildung von Eiern und Samenkörperchen ist gewöhnlich an bestimmte Stellen des Körpers und in der Regel — aber nicht immer — an deutlich abgegrenzte Organe geknüpft. Die Organe, in welchen die Eier gebildet werden, nennt man Eierstöcke (Ovarien). Ihr Bau ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden; es ist ihnen jedoch gemeinsam, dass sie Eizellen verschiedener Entwicklungsstufen enthalten, welche von Bindegewebe zusammengehalten werden. Häufig ist der Eierstock ein hohles, drüsenähnliches Organ, welches sich in einen schlauchförmigen Eileiter fortsetzt; die reifen Eier lösen sich los, fallen in die Höhlung des Eierstocks und gelangen durch den Eileiter nach aussen. In anderen Fällen ist der Eierstock ein compactes Organ, welches an die Wand der Leibeshöhle geheftet ist; die Eier fallen in die Leibeshöhle und werden durch eine an beiden Enden offene Röhre ausgeführt, welche mit einer Oeffnung in die Leibeshöhle, mit einer anderen an der Oberfläche mündet. In den Eileiter münden oft Drüsen, welche besonders die verschiedenen weichen oder festen Theile (Eiweiss, Schale) absondern, mit welchen das Ei oft umgeben wird, ehe es den mütterlichen Körper verlässt. Vielfach sind auch sackförmige Ausstülpungen am Eileiter vorhanden, in welchen die bei der Begattung aufgenommenen Samenkörperchen aufgehoben werden (Samentasche, Receptaculum seminis); nicht selten ist ferner ein Abschnitt des Eileiters zu einem Uterus (Gebärmutter) erweitert, in welchem die Eier längere oder kürzere Zeit verweilen und öfters einen grösseren oder kleineren Theil ihrer Entwicklung durchlaufen.

Wenn die Eizelle ihre volle Grösse erreicht hat, rückt der Kern an ihre Oberfläche empor und theilt sich in zwei Kerne; entsprechend theilt

sich auch das Protoplasma, aber in zwei sehr ungleiche Theile: der eine Theil erscheint vor der Trennung als eine kleine Knospe der grossen Eizelle. Die Eizelle schnürt in dieser Weise noch eine zweite kleine Zelle ab. Erst wenn diese beiden kleinen Zellen, die Polzellen (Richtungs-

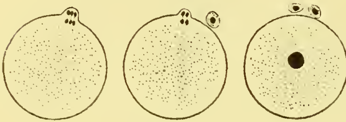


Fig. 27. Schema zur Bildung der Polzellen. In der linken Figur ist die erste, in der mittleren die zweite Polzelle in der Bildung begriffen; die rechte Figur stellt das reife Ei mit beiden Polzellen dar. — Orig.

körperchen), gebildet sind, ist das Ei reif, erst dann kann es befruchtet werden. Die Polzellen, von welchen die erste sich zuweilen nochmals theilt, so dass im Ganzen drei vorhanden sind, werden gebildet, während das Ei noch im Eierstock sitzt, oder kurz nach der Ablösung; sie gehen später zu Grunde.

Die Samenkörperchen, der Samen, werden in den Hoden gebildet, welche Samenzellen von verschiedener Entwicklungsstufe enthalten. Der Hoden hat noch häufiger als der Eierstock einen drüsenähnlichen Bau; der Samen wird gewöhnlich durch einen Samenleiter ausgeführt, welcher mit dem Hoden in unmittelbarer Verbindung steht. An der äusseren Oeffnung des Samenleiters finden sich häufig Werkzeuge (Begattungsorgane, Penis), welche geeignet sind, den Samen in die Geschlechtsorgane des Weibchens überzuführen. Zuweilen ist die Samenmasse, die das Männchen an das Weibchen abgiebt, von einer Hülle umschlossen, welche von dem erhärteten Secret gewisser in den Samenleiter mündender Drüsen gebildet ist; eine solche Samenmasse nennt man eine Spermatophore (Tintenfische).

Bei den meisten Thierarten erzeugen einige Individuen allein Eier (Weibchen), andere allein Samen (Männchen). Es giebt jedoch manche Thiere (z. B. zahlreiche Schnecken u. s. w.), welche beides produciren: Zwitter, Hermaphroditen. Entweder ist dann in demselben Thiere ein besonderer Eierstock (oder mehrere) und ein besonderer Hoden vorhanden, oder sowohl Eier wie Samen werden in einer gemeinsamen Zwitterdrüse gebildet.

Bei manchen Hermaphroditen werden zu gleicher Zeit reife Eier und Samenkörperchen erzeugt. Bei anderen werden aber entweder zuerst Eier, später Samenkörperchen gebildet, so dass die betreffenden Thiere zuerst als Weibchen, später als Männchen fungiren (protogyne Hermaphroditen, z. B. die Salpen), oder sie erzeugen zuerst Samen, später Eier (protandrische H., z. B. gewisse Nematoden).

Secundäre Geschlechtscharaktere. Ausser denjenigen Unterschieden zwischen Männchen und Weibchen, welche durch die verschiedenartige Beschaffenheit der Geschlechtsorgane selbst gegeben sind (primäre Geschlechtscharaktere), finden sich häufig noch andere. Oefters sind die Männchen mit besonderen Werkzeugen oder besonders entwickelten Körpertheilen ausgestattet, welche dazu geeignet sind, das Weibchen während der Begattung festzuhalten (Wasserkäfer); oder sie besitzen besondere Waffen, um andere begattungslustige Männchen zu bekämpfen (Hirsche); oder die Männchen besitzen einen besonderen Schmuck in Gestalt schöner Farben, eigenthümlicher Auswüchse etc. (viele Vögel). Andererseits können die Weibchen mit Werkzeugen versehen sein, welche für die Aufziehung der Jungen von Bedeutung sind (Milch-

drüsen der Säugethiere), während die Männchen seltener mit solchen ausgestattet sind (Seenadeln). Oefters ist ein merklicher oder gar bedeutender Unterschied in der Grösse beider Geschlechter vorhanden; zuweilen übertrifft das Männchen das Weibchen an Grösse (viele Säugethiere, Vögel und Insekten), in anderen Fällen (Raubvögel, Rundwürmer etc.) ist das Weibchen das grössere; in letzterem Fall ist der Unterschied zuweilen ausserordentlich gross, so bei vielen Schmarotzerkrebsen, deren Männchen nur einen geringen Bruchtheil der Grösse der Weibchen erreichen, oder bei einem Gliederwurm (Bonellia), dessen Männchen mikroskopisch klein sind und ganz anders aussehen als die ansehnlichen Weibchen, in deren Eileiter sie sich aufhalten, weshalb sie früher als fremde Schmarotzer betrachtet wurden.

Die **Befruchtung,** die Vereinigung des Eies und des Samenkörperchens, findet stets in der Weise statt, dass letzteres in das Ei eindringt. Es besteht offenbar zwischen Ei und Samenkörperchen eine eigenthümliche gegenseitige Anziehung; nicht allein das Ei zieht das Samenkörperchen an, sondern, wenn letzteres in der Nähe des Eies ist, erhebt sich das Eiprotoplasma zuweilen hügelartig. Nachdem das Samenkörperchen in das Ei eingedrungen ist, löst sich sein Schwanz oder

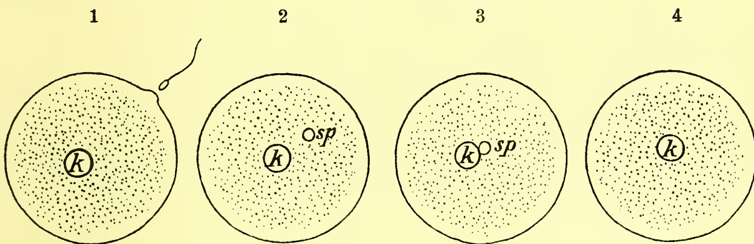


Fig. 28. Befruchtung, Schema. *k* Eikern, *sp* Spermakern. In 4 sind beide vereinigt. Vergl. den Text. — Orig.

Protoplasma — wenn es solches besitzt — im Eiprotoplasma auf, und sein Kopf (Kern), welcher jetzt als Spermakern bezeichnet wird, schwillt etwas an. Spermakern und Eikern nähern sich allmählich, legen sich an einander und vereinigen sich schliesslich. Diese Vereinigung der Kerne des Samenkörperchens und des Eies ist offenbar das Wesentliche der Befruchtung. Wenn dieselbe stattgefunden hat, hat das Ei das Vermögen erworben, sich zu einem neuen Organismus zu entwickeln. (Hierüber siehe Abschn. IV, Entwicklungsgeschichte.)

Das Ei wird stets nur von einem Samenkörperchen befruchtet, und in der Regel dringt auch nur ein einziges Samenkörperchen in das Ei ein, wenn letzteres auch von Tausenden umschwärmt ist. Dies beruht darauf, dass, wenn ein Samenkörperchen eingedrungen ist, das Ei gewisse Veränderungen erfährt, welche das Eindringen weiterer Spermatozoen verhindern; das Ei der Stachelhäuter z. B. sondert an seiner Oberfläche ein Häutchen ab, welches die übrigen Samenkörperchen fern hält. In einigen Fällen dringen jedoch mehrere Spermatozoen in das Eiprotoplasma ein (z. B. bei den Haien), aber nur ein einziges derselben vereinigt sich mit dem Eikern, die übrigen bewegen sich eine Zeit lang im Ei umher, in welchem sie schliesslich zu Grunde gehen.

Ueber Erscheinungen bei den Protozoen, welche der Befruchtung der Metazoen entsprechen, s. den Spec. Th.

Die Befruchtung findet in vielen Fällen, so bei den meisten Fischen, bei den Fröschen etc., ausserhalb des Körpers der betreffenden Individuen, im Wasser, statt: das Weibchen giebt die reifen Eier, das Männchen gleichzeitig oder kurz nachher den Samen ab; beiderlei Geschlechtsstoffe werden gemischt, und die Samenkörperchen haben Gelegenheit, in die Eier einzudringen. In anderen Fällen findet die Befruchtung im Eileiter des Weibchens statt, in welchen der Samen durch die Begattungswerkzeuge des Männchens übergeführt wird (die Begattung).

Begattung und Befruchtung brauchen keineswegs unmittelbar auf einander zu folgen; bei manchen Thieren kann der Samen längere Zeit im Weibchen aufgehoben werden, ohne sein Befruchtungsvermögen zu verlieren (beim Huhn 2—3 Wochen, bei Fledermäusen mehrere Monate, bei der Bienenkönigin 3 Jahre). Häufig sind die Eier noch bei weitem nicht reif, wenn die Begattung stattfindet.

Was die Zwitter betrifft, so ist es sehr selten, dass eine Selbstbefruchtung stattfindet, d. h. dass ein Ei und ein Samenkörperchen, welche in demselben Individuum gebildet sind, sich mit einander vereinigen; fast immer begatten sich die Hermaphroditen mit einander. Bei der Begattung giebt dann entweder nur das eine Individuum an das andere Samen ab, oder jedes giebt dem anderen seinen Samen.

Bastardirung. Ein Ei wird unter gewöhnlichen Umständen in der Regel nur von einem Samenkörperchen befruchtet werden, welches in einem Thiere derselben Art gebildet ist. In den meisten Fällen ist jedoch die Befruchtung des Eies einer Thierart mit Samen einer nahestehenden Art möglich; ja selbst unter zwei einander ferner stehenden Arten kann eine Befruchtung zuweilen stattfinden [1]). In der Regel hat jedoch die Vereinigung von Eiern und Samen verschiedener Arten die Folge, dass der neue Organismus, der Bastard, mehr oder weniger unvollkommen ausgebildet wird. Sehr häufig werden z. B. die Bastarde, selbst von nahe verwandten Arten, steril, d. h. sie sind ausser Stande, reife Eier oder Samenkörperchen zu erzeugen, während sie übrigens sehr wohlentwickelte, kräftige Thiere sein können (das gilt z. B. von den Bastarden von Pferd und Esel). In anderen Fällen ist der Bastard im Ganzen schwächlich entwickelt und stirbt als Junges oder schon im Fötalzustande (Bastarde von Fasan und Haushuhn). Es giebt aber andererseits Bastarde, welche ganz ebenso wohlentwickelt sind wie die Stammarten und auch vollkommen fruchtbar sind; das gilt z. B. für die Bastarde gewisser Hirscharten, verschiedener Fasanenarten, die Bastarde von der europäischen und chinesischen Gans u. a.

In der freien Natur kommen Bastarde nur relativ selten vor. An der Grenze des Verbreitungsgebietes zweier Arten (vergl. Abschn. V) trifft man jedoch zuweilen Bastarde, und innerhalb einzelner Thiergruppen erscheinen solche sogar ziemlich häufig (Lachsfische des Süsswassers). Die Vermischung der Arten wird unter Anderem dadurch verhindert,

---

1) In der neuesten Zeit hat man sogar durch Versuche nachgewiesen, dass Froscheier durch den Samen von Wassersalamandern und Eier von regulären Seeigeln durch den Samen irregulärer Seeigel befruchtet werden können; die Entwicklung des Eies ist aber dann gewöhnlich unregelmässig und hört bald auf. — Andererseits giebt es gewisse nahestehende Arten, deren Eier und Samen sich nicht vereinigen können; und es giebt Arten, welche das merkwürdige Verhalten aufweisen, dass die Eier der einen, *a*, zwar von dem Samen der anderen, *b*, befruchtet werden können, nicht aber umgekehrt Eier von *b* durch Samen von *a*.

dass die Individuen verschiedener Arten, wenigstens unter natürlichen Verhältnissen, meistens abgeneigt sind, sich mit einander zu begatten.

Ebenso wie es eine ungünstige Wirkung auf die Nachkommenschaft hat, wenn Eier und Samen zwei Thieren entstammen, welche einander zu fern stehen, so ist es auch ungünstig, wenn die beiden Individuen, in welchen die Eier und der Samen gebildet worden sind, einander sehr nahe verwandt sind. Werden z. B. Geschwister oder andere nahe verwandte Individuen zusammengepaart und dies durch mehrere Generationen hindurch fortgesetzt, so zeigt sich allmählich in verschiedener Weise eine merkliche Schwächung der Nachkommenschaft.

Parthenogenesis. Die Entwicklung des Eies zu einem neuen Individuum ist, wie oben erwähnt, im Allgemeinen davon abhängig, dass es befruchtet wird. Für nicht wenige Thierformen hat man jedoch die Erfahrung gemacht, dass das Ei auch im Stande ist, sich ohne Befruchtung zu entwickeln. Man bezeichnet diese eigenthümliche Modification der geschlechtlichen Fortpflanzung, welche besonders bei Insekten, Krebsthieren und Plattwürmern verbreitet ist, als Parthenogenesis. Zuweilen kommt es bei einer Thierart mehr ausnahmsweise vor, dass ein Ei sich ohne Befruchtung entwickelt, während in der Regel unbefruchtete Eier derselben zu Grunde gehen (Seidenspinner). In anderen Fällen ist es dagegen eine ganz regelmässige Erscheinung; bei manchen Arten giebt es z. B. ganze Generationen, welche ausschliesslich aus Weibchen bestehen, deren Eier also alle einer Befruchtung entbehren müssen, welche sich aber trotzdem entwickeln (Blattläuse etc.); bei anderen Thierformen sind die Männchen überhaupt sehr selten oder scheinen sogar ganz zu fehlen. Bei der Biene und anderen Hautflüglern entwickeln sich merkwürdiger Weise alle befruchteten Eier zu Weibchen, während die Eier, die unbefruchtet bleiben, zu Männchen werden. (Vergl. übrigens den Sp. Th. bei Saugwürmern, Blattfüsslern, Daphnien und Insekten.)

Bei nicht wenigen Thieren, bei welchen eine ausgebildete Parthenogenesis nicht vorkommt, findet man jedoch eine Andeutung davon. Man hat z. B. gefunden, dass in unbefruchteten Hühnereiern eine Entwicklung anfängt, welche jedoch nicht über die allerersten Stadien (die Furchung) hinauskommt; dann stirbt das Ei ab. Dasselbe hat man auch für Kaninchen-Eier beobachtet.

Eier, welche so zu sagen im voraus bestimmt sind, nicht befruchtet zu werden, welche z. B. Generationen entstammen, die nur aus Weibchen bestehen, bieten die Merkwürdigkeit dar, dass sie nur eine Polzelle abschnüren (Sommereier der Daphnien). Handelt es sich dagegen, wie bei der Biene, um Eier, welche bald befruchtet, bald nicht befruchtet werden, so bilden sich wie gewöhnlich zwei Polzellen. Für einige Eier, welche in der Regel befruchtet werden, welche aber auch ohne Befruchtung sich bis zu einem gewissen Grade entwickeln können, hat man jedoch beobachtet, dass der für die zweite Polzelle bestimmte Kern sich zwar immer bildet, sich aber, wenn eine Befruchtung unterbleibt, wieder mit dem Eikern vereinigt und somit die Rolle des fehlenden Spermakerns spielt (Rundwürmer, Seesterne).

Generationswechsel. Bei einigen Thierformen kann dasselbe Individuum sich sowohl ungeschlechtlich als geschlechtlich fortpflanzen; bei manchen Korallenthieren kann dasselbe Individuum sowohl neue Individuen durch Sprossung als auch Eier oder Samen erzeugen, und dasselbe ist auch bei gewissen Borstenwürmern und Mantelthieren der

Fall. In anderen Fällen aber produciren diejenigen Individuen, welche Sprossen erzeugen, nicht zugleich Eier oder Samen, die ungeschlechtliche Fortpflanzung ist an gewisse Individuen der Art, die geschlechtliche an andere geknüpft, und wir haben in solchen Fällen einen mehr oder weniger regelmässigen Wechsel ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Bruten oder Generationen: ungeschlechtliche Individuen erzeugen durch Sprossung oder Theilung geschlechtliche Individuen, deren befruchtete Eier wieder zu ungeschlechtlichen Individuen werden etc.; oder aber es folgen nach einander zwei oder mehrere Generationen ungeschlechtlicher Individuen, dann kommt eine geschlechtliche Generation, dann wieder mehrere ungeschlechtliche Generationen etc. Man bezeichnet einen solchen regelmässigen Wechsel geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Bruten als Generationswechsel. Die Generationen können in einigen Fällen einander ähnlich sein, im Allgemeinen sind die geschlechtlichen aber von den ungeschlechtlichen, oft sogar in hohem Grade, verschieden (Hydroiden, Bandwürmer).

Heterogonie. Aehnlich wie wir in den soeben erwähnten Fällen eine regelmässige Abwechslung geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generationen vor uns haben, findet sich bei manchen Thieren ein regelmässiger Wechsel von Generationen, welche ausschliesslich aus Weibchen bestehen und sich parthenogenetisch fortpflanzen, und anderen, welche aus Männchen und Weibchen bestehen und befruchtete Eier erzeugen; zwischen den jungfräulichen und den zweigeschlechtlichen Generationen besteht dabei meistens ein grösserer oder geringerer Unterschied. In einfacher, übersichtlicher Form finden wir einen solchen Wechsel bei gewissen Arten von Gallwespen, welche auf der Eiche Gallen erzeugen: eine weibliche Generation wechselt hier regelmässig mit einer aus Männchen und Weibchen bestehenden Generation ab. Etwas complicirter gestaltet sich die Fortpflanzung bei den Blattläusen; bei diesen erscheinen den Sommer hindurch mehrere weibliche Generationen nach einander, von welchen die letzte eine zweigeschlechtliche Generation erzeugt, deren befruchtete Eier überwintern und zu der ersten jungfräulichen Generation des folgenden Jahres werden; zu jeder zweigeschlechtlichen gehören also bei diesen mehrere weibliche Generationen. Bei der Reblaus kommt noch die Complication hinzu, dass nicht nur die zweigeschlechtliche Generation von den weiblichen sehr verschieden, sondern unter letzteren eine von den übrigen bedeutend abweichend ist. — Ausser bei den Insekten tritt ein solcher Wechsel weiblicher und zweigeschlechtlicher (oder hermaphroditischer) Generationen noch bei verschiedenen Krebsen und Plattwürmern auf.

Bei denjenigen Thieren, welche sich nur durch befruchtete Eier fortpflanzen, sind die auf einander folgenden Generationen fast immer gleich. Nur ausnahmsweise findet sich bei solchen in Folge besonderer Lebensbedingungen ein regelmässiger Wechsel von Generationen verschiedenen Aussehens. Bei gewissen Schmetterlingen z. B. findet man alljährlich zwei Generationen, beide aus Männchen und Weibchen bestehend, von denen eine, die Wintergeneration, im Frühling als vollkommene Insekten erscheint (sie hat im Puppenzustande überwintert) und sich in Farbenzeichnung merklich von der anderen Generation, der Sommergeneration [1]), unterscheidet, welche sich aus den Eiern der

1) Statt einer Sommergeneration können deren zwei vorhanden sein (also im Ganzen jährlich drei Generationen).

ersteren im Laufe des Sommers entwickelt (Saisondimorphismus). — In der Lunge der Frösche und Kröten lebt ein hermaphroditischer Rundwurm (Rhabdonema nigrovenosum), dessen Junge sich zu einer Generation entwickeln, welche freilebend und getrennten Geschlechts ist und wesentlich anders aussieht als die hermaphroditische Generation; die Jungen der freilebenden Generation wandern wieder in Amphibien ein und werden hermaphroditische Würmer wie ihre Grosseltern. Auch einige andere Rundwürmer zeigen dasselbe Verhältniss: einen Wechsel einer hermaphroditischen Generation, welche ein Schmarotzerleben führt, und einer getrennt-geschlechtlichen, freilebenden Generation.

Alle regelmässigen Wechselfolgen verschiedener geschlechtlicher Generationen — sei es nun, dass dieselben nur ein verschiedenes Aussehen darbieten oder sich zugleich in verschiedenartiger Weise fortpflanzen — bezeichnet man mit dem Namen Heterogonie. Hierzu gehören also sowohl Wechselfolgen parthenogenetischer und zweigeschlechtlicher Generationen als auch der Saisondimorphismus etc.

Erblichkeit. Die von einem Thier oder einem Paare von Thieren erzeugte Brut wird im Allgemeinen im ausgebildeten Zustande den Eltern ganz ähnlich sein. Diese Aehnlichkeit erstreckt sich nicht allein auf die Charaktere, welche der betreffenden Art (vergl. den Abschn. V) eigen sind, sondern vielfach auf solche, welche den Eltern speciell, individuell, zukommen. Solche Charaktere werden zwar nicht immer ererbt, einige können ausfallen; vielfach kann auch das Junge entweder mehr dem männlichen oder mehr dem weiblichen Erzeuger ähnlich sein. Ferner kann das Junge, z. B. unter Einwirkung äusserer Umstände, in kleinen Punkten von den Eltern abweichend werden.

Zuweilen kommen Charaktere, welche bei einem Thiere vorhanden waren, aber bei dessen Jungen ausgefallen sind, bei Jungen der letzteren wieder zum Vorschein; ein Thier kann also individuelle Charaktere erhalten, welche nicht bei den Eltern, sondern bei den Grosseltern vorhanden waren; ja es können sogar Charaktere, welche noch weiter zurück in der Ahnenreihe liegen, wieder erscheinen. Dieses Verhältniss wird als Atavismus bezeichnet.

Die oben als Generationswechsel und Heterogonie erwähnten Erscheinungen stehen nicht in Widerspruch mit dem allgemeinen Erblichkeitsprincip. Wenn auch in jenen Fällen die Jungen den Eltern unähnlich, zuweilen sogar sehr unähnlich werden, so stimmen sie doch immer mit einer vorhergehenden Generation überein; etwas bleibend Abweichendes wird somit auch in diesen Fällen, welche vielleicht sämmtlich als regelmässige Atavismen bezeichnet werden können, nicht erzeugt.

11. Die Verbindung der Organe unter einander; die Leibeshöhle.

Die oben erwähnten Organe bilden zusammen den Körper der Metazoën und werden gewöhnlich durch Bindegewebe zusammengehalten, welches bei manchen auch die Zwischenräume zwischen den Organen ausfüllt, so dass das ganze Thier eine compacte Masse bildet (so bei den Plattwürmern). Bei den meisten Thieren sind die Organe jedoch nicht derartig zu einer zusammenhängenden Masse verbunden,

sondern es findet sich im Innern des Körpers ein grösserer Raum, die Leibeshöhle, in welche ein Theil der Organe, namentlich der Darmkanal, die Harn- und die Geschlechtswerkzeuge, eingeschlossen sind, indem sie meistens durch bindegewebige Fäden oder dünne bindegewebige Platten (Gekröse) an den Wänden befestigt sind. Die Leibeshöhle kann öfters durch Scheidewände in mehrere Abschnitte geschieden sein: bei den Säugethieren z. B. durch das Zwerchfell in Brust- und Bauchhöhle; bei den Borstenwürmern sogar durch Querscheidewände in zahlreiche Abschnitte. Die Leibeshöhle wird meistens mehr oder weniger vollständig von den in derselben angebrachten Organen, „den Eingeweiden", ausgefüllt; den noch übrigen Raum nimmt eine Flüssigkeit ein, welche zuweilen einfach Blut ist, indem die Gefässe vielfach in offener Verbindung mit der Leibeshöhle stehen. Ausser der Leibeshöhle können bei manchen Thieren noch an verschiedenen Stellen des Körpers Hohlräume, meistens Spalten, von verschiedener Form, Grösse und Bedeutung vorhanden sein, welche ebenfalls mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, die meistens als diffundirte Blutflüssigkeit aufzufassen ist. Solche Spalträume sind die Gelenkhöhlen der Wirbelthiere.

12. Rudimentäre Organe.

Neben der grossen Mehrzahl von Organen, welche ganz deutlich Werkzeuge mit bestimmten Functionen sind, findet man hin und wieder Organe, welche ohne jegliche Bedeutung für das betreffende Thier sind, sogenannte rudimentäre Organe.

Als Beispiel solcher Organe kann die Hintergliedmaasse des Polarwales angeführt werden, welche aus einem Oberschenkelknochen und einem Schienbein besteht, die beide im Körper des Thieres verborgen und gänzlich bedeutungslos sind. Die sogenannten Wolfszähne des Pferdes (der vorderste Backenzahn jeder Reihe) bieten ein weiteres Beispiel rudimentärer Organe; besonders geben diejenigen des Unterkiefers einen Fall von sehr weit hervorgeschrittener Reduction ab, indem sie zwar in gewöhnlicher Weise angelegt werden, aber sehr selten durchbrechen. Die Augen des Schleimfisches (*Myxine*), des Olmes (*Proteus*) und zahlreicher anderer blinder Thiere, die Flügel des Kiwi (*Apteryx*) und mehrerer anderer straussartiger Vögel, die kleinen Flügel mancher Schmetterlings-Weibchen sind Beispiele rudimentärer Organe.

Es mag sonderbar erscheinen, dass solche rudimentäre, für das Thier bedeutungslose Organe überhaupt existiren. Bei einer näheren Betrachtung wird ihre Existenz aber weniger unverständlich. Die rudimentären Organe, welche jetzt unbrauchbare Theile des betreffenden Thieres sind, waren bei früher lebenden Formen, von welchen jenes abstammt (vergl. den Abschnitt V), brauchbare und nützliche Theile, welche aber während der Entwicklung im Laufe der Zeiten, gewöhnlich unter Anpassung der Thiere an eigenthümliche und neue Verhältnisse, unnütz geworden und dadurch zu einem reducirten und unbrauchbaren Zustand herabgesunken sind. Man muss z. B. annehmen, dass die Wale von Säugethieren abstammen, welche ebenso wie die Mehrzahl der Säugethiere mit wohl entwickelten Hintergliedmaassen ausgestattet waren; diese sind aber allmählich unter Anpassung der Thiere an das Leben im Wasser verkümmert, indem der Schwanz die Function als wesentliches Bewegungswerkzeug des Körpers übernommen hat.

Eine ganz ähnliche Betrachtung lässt sich auch für die anderen oben citirten Fälle geltend machen.

Jedoch nicht für jedes rudimentäre Organ gilt diese Erklärung. Solche Theile wie die rudimentären Milchdrüsen der Säugethiermännchen, der rudimentäre Eileiter der Amphibienmännchen, die Rudimente eines Begattungsorganes bei manchen weiblichen Thieren etc. sind in anderer Weise zu erklären. Diese Theile, welche immer bei dem einen Geschlecht in wohl entwickeltem und brauchbarem Zustande vorhanden sind, wurden wahrscheinlich durch Vererbung von diesem auf das andere übertragen. Die Milchdrüsen sind z. B. wahrscheinlich zunächst nur bei den Weibchen vorhanden gewesen und von diesen dann auch auf die Männchen vererbt worden; umgekehrt sind die Begattungsorgane zuerst wohl gewöhnlich nur bei den Männchen vorhanden gewesen, dann aber in rudimentärem Zustande auch auf die Weibchen übertragen worden.

III. Grundformen und äussere Gestaltung des Körpers.

Bei einer kleineren Anzahl von Metazoën — Cölenteraten und Echinodermen — ist der Körper derartig gebaut, dass er durch gewisse Schnitte in eine Anzahl ungefähr congruenter, radiär gestellter Stücke, Strahlen (Antimeren), getheilt werden kann; diese Thiere besitzen einen radiären oder strahligen Bauplan. Die einzelnen Organe eines solchen Thieres müssen natürlich entweder ebenfalls einen radiären Bau besitzen oder in einer Anzahl vorhanden sein, welche derjenigen der Strahlen entspricht.

Die meisten Metazoën sind dagegen nach einem bilateralen Typus gebaut: der Körper kann durch einen einzigen Schnitt in zwei ungefähr gleich grosse Stücke getheilt werden, welche einander spiegelbildlich gleich, aber nicht congruent sind; die Körpertheile sind hier symmetrisch in Bezug auf eine Mittelebene geordnet.

Einer dieser Typen beherrscht den Bau jedes Metazoons. Mit voller mathematischer Strenge sind sie natürlich niemals durchgeführt, in vielen Fällen sind sie aber in den grösseren Zügen überall im Körper des Thieres deutlich ausgeprägt. In anderen Fällen sind die Abweichungen augenfälliger; bei manchen Stachelhäutern z. B. kann der Körper in fünf Abschnitte getheilt werden, welche zwar in vielen Punkten übereinstimmende Verhältnisse darbieten, aber weit davon entfernt sind, congruent zu sein. In ähnlicher Weise geht es mit vielen bilateralen Thieren; bei den Wirbelthieren sind z. B. gewöhnlich die meisten Organe symmetrisch gebaut oder angeordnet, hiervon macht aber in der Regel der grösste Theil des Darmkanals des erwachsenen Thieres eine Ausnahme (beim Embryo ist auf einer frühen Entwicklungsstufe auch der Darmkanal symmetrisch). Noch weit abweichender gestalten sich die Verhältnisse bei anderen, indem der symmetrische Typus nur in gewissen Partien des Körpers deutlich ist, während er in grösseren Abschnitten desselben nur schwierig erkennbar ist (Schnecken).

In gewissen Thiergruppen zerfällt der bilateral symmetrische Körper in eine Reihe von Segmenten (Metameren), auf einander folgenden

Abschnitten, welche einen ähnlichen Bau besitzen. In ihrer einfachsten Form findet man die Segmentbildung bei manchen Gliederwürmern, deren Körper aus einer Anzahl sogenannter Glieder oder Ringe zusammengesetzt ist, welche äusserlich und innerlich, wenn man von dem vordersten und dem hintersten Glied absieht, wesentlich übereinstimmend gebaut sind (jedes Glied enthält ein Paar Excretionsorgane, ein Paar Nervenknoten, ist mit zwei Borstenfusspaaren ausgestattet etc). Bei anderen gegliederten Thieren, z. B. bei den Gliederfüsslern, sind die Segmente jedoch in der Regel weniger gleichmässig ausgebildet.

Bei den bilateralen Thieren unterscheidet man eine Rücken- und eine Bauchseite, ferner ein Vorderende und ein Hinterende. Die Bauchseite (die ventrale Seite) ist diejenige Seite des Körpers, welche während der Bewegung des Thieres nach unten gekehrt ist, die Rückenseite (die dorsale Seite) die jener entgegengesetzte; oder richtiger: diejenige Seite des Körpers, welche bei der Mehrzahl der zu einer grösseren natürlichen Abtheilung gehörigen Thiere nach unten gekehrt ist, wird bei sämmtlichen Mitgliedern derselben als Bauchseite, die gegenüberliegende als Rückenseite bezeichnet. Bei den Schnecken ist z. B. im Allgemeinen diejenige Seite nach unten gekehrt, welche mit dem sogenannten Fuss ausgestattet ist; diese Seite des Körpers wird dann bei allen Schnecken als die Bauchseite bezeichnet, auch dann, wenn sie, wie bei gewissen pelagischen Formen, nach oben gewendet ist. — Das Vorderende ist dadurch charakterisirt, dass die Mundöffnung, gewisse Sinnesorgane und ein grösserer Abschnitt des Centralnervensystems (das Gehirn) meistens an und in ihm angebracht sind, und dass es während der Bewegung gewöhnlich nach vorn gerichtet ist; der vordere Theil ist öfters von dem übrigen Körper abgesetzt oder in anderer Weise in einem gewissen Gegensatz zu demselben entwickelt und wird dann als Kopf bezeichnet. — Nicht selten ist auch der entgegengesetzte, hintere Theil des Körpers eigenthümlich ausgebildet, z. B. dünner als der übrige Körper oder besonders musculös, und wird dann als Schwanz bezeichnet.

Als Gliedmaassen bezeichnet man bewegliche Körperanhänge, welche im Dienste der Ortsbewegung stehen; meistens sind sie von gestreckter Form, oft gegliedert. Bei den niederen Thieren spielen derartige Theile gewöhnlich nur eine geringere Rolle, während sie bei den Gliederfüsslern und bei den höheren Wirbelthieren als Bewegungswerkzeuge in den Vordergrund treten. — Andere grössere Körperanhänge sind die meistens als Tast- oder Greifwerkzeuge verwendeten Tentakel, Antennen etc. verschiedener Thiere. (Vergl. auch das unter „Haut" Mitgetheilte.) — Dasjenige Ende eines Körperanhanges, welches, wenn er ausgestreckt ist, vom Körper am entferntesten ist, wird das distale Ende, dasjenige, welches dem Körper am nächsten liegt, das proximale Ende genannt.

IV. Entwicklungsgeschichte (Embryologie oder Ontogenie).

Die Entwicklungsgeschichte behandelt die Entwicklung vom Ei bis zum fertigen Organismus, d. h. die Veränderungen, welche das Individuum durchläuft, bis es seine definitive Form erreicht hat. Streng

genommen ist das Thier übrigens sein ganzes Leben hindurch in Umbildung begriffen, und die Entwicklungsgeschichte sollte demnach eigentlich den ganzen Lebenslauf umfassen. Praktisch beschränkt man sie aber auf die erste Periode des Lebens, in welcher die Veränderungen weitaus augenfälliger sind als später.

Ein besonderes Interesse bieten die allerersten Entwicklungsstufen dar, welche bei den meisten Metazoën eine grosse Uebereinstimmung, einen charakteristischen gemeinsamen Typus zeigen, wenn auch mit zahlreichen Modificationen im Einzelnen.

1. In den einfachsten Fällen (Fig. 29) fängt die Entwicklung damit an, dass das Ei sich in zwei ungefähr gleich grosse Zellen theilt, jede der letzteren theilt sich wieder, durch radiär gestellte Theilungsebenen, in zwei etc., so dass das Resultat der Furchung, wie dieser Theilungs-

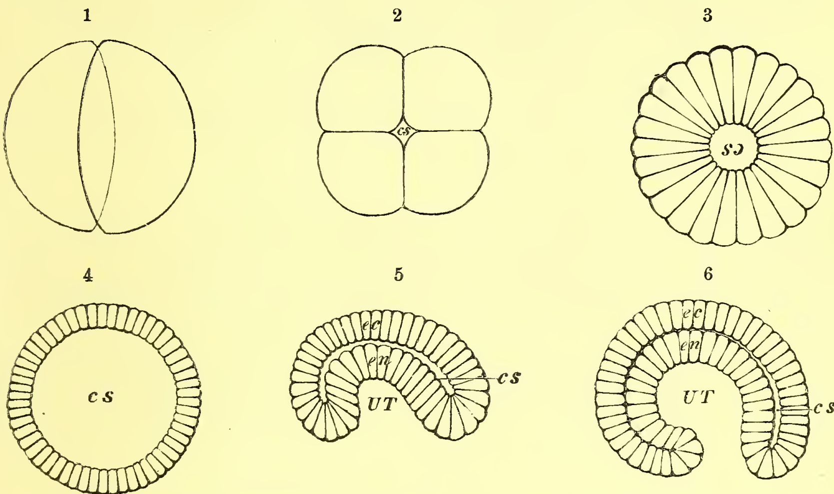


Fig. 29. Stufen der Entwicklung des Eies einer Nemertine (*Lineus*). 1 das Ei ist in zwei Zellen getheilt. 2 junge Blastula mit kleiner Furchungshöhle. 3—4 spätere Furchungsstadien mit grösserer Furchungshöhle. 5—6 jüngere und ältere Gastrula. 1 ist von der Oberfläche gesehen, die übrigen sind Schnitte. *cs* Furchungshöhle, *ec* Ekto-, *en* Entoderm. *UT* Urdarm. — Nach Barrois.

process genannt wird, eine Anzahl ungefähr gleich grosser, radiär gestellter Zellen ist, welche zusammen eine Kugel bilden. Diese Zellen weichen allmählich in der Mitte auseinander, so dass sie einen mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum in der Mitte der Kugel, die Furchungshöhle, umschliessen; die Wand der Kugel, der sogen. Blastula, besteht dem Angeführten zufolge aus einer einzigen Zellenschicht. Wenn die Entwicklung diese Stufe erreicht hat, findet eine Einstülpung der einen Kugelhälfte in die andere statt; die Kugel wird zu einem Napf oder Sack mit einer doppelten Wand umgebildet; die beiden Schichten dieser Wand sind von einander durch die Furchungshöhle geschieden, welche übrigens in vielen Fällen bei der Einstülpung vollständig verschwindet, so dass die beiden Schichten sich dicht an einander lagern. Diese sackförmige Entwicklungsstufe wird als das Gastrulastadium bezeichnet; von den beiden Schichten der Gastrula wird die äussere als Ektoderm oder äusseres Keimblatt, die

innere als Entoderm oder inneres Keimblatt bezeichnet; die Höhlung des Sackes heisst Urdarm, ihre Oeffnung Urmund oder Gastrulamund.

2. In anderen, häufiger vorkommenden Fällen (Fig. 30) sind die Zellen der Blastula nicht von gleicher Grösse, sondern diejenigen, welche zum Entoderm werden. sind grösser (reicher an Dottermasse) als die übrigen. Furchung, Einstülpung etc. gehen übrigens wie in den soeben beschriebenen Fällen vor sich.

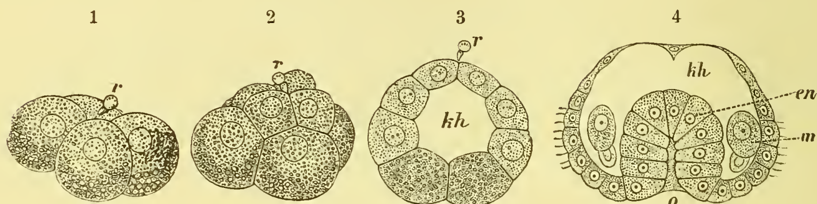


Fig. 30. Verschiedene Stufen der Entwicklung des Eies einer Tellerschnecke (*Planorbis*). 1—2 Furchungsstadien, 3 durchschnittene Blastula (unten sieht man die etwas grösseren Entodermzellen), 4 Gastrula. *en* Entoderm, *kh* Furchungshöhle, *m* Mesoderm, *o* Urmund, *r* Polzellen. — Nach Rabl.

In der unter 1 und 2 erwähnten Weise findet die erste Entwicklung bei einer grossen Anzahl von Thieren statt: Cölenteraten (vergl. übrigens für diese S. 52), Spongien, Stachelhäutern, vielen Würmern, Weichthieren, einem einzelnen Wirbelthier (*Amphioxus*), Mantelthieren.

3. In gewissen Fällen (Fig 31), welche sich übrigens den sub 2 beschriebenen anschliessen, sind die Zellen, welche zum Entoderm werden, sehr gross, und die Furchunghöhle fehlt oder ist sehr eng.

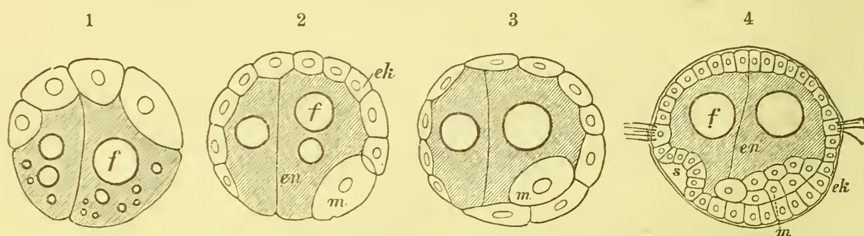


Fig. 31. Schnitte durch das Ei eines Borstenwurms (*Nereïs*) auf verschiedenen Entwicklungsstufen. In 3 ist die Gastrula fertig gebildet, der Urmund (unten, links) aber noch offen; in 4 ist der Urmund geschlossen, und die Bildung der Mundhöhle (*s*) hat angefangen. *ek* Ekto-, *en* Entoderm, *f* Fetttropfen, *m* Mesoderm, *s* Anlage der Mundhöhle. Die Eihaut ist in den drei ersten Figuren weggelassen, in der letzten gezeichnet. — Nach Götte.

In solchen Fällen wird die Gastrula scheinbar auf andere Weise als in den vorhergehenden gebildet, nämlich dadurch, dass die Ektodermzellen, welche anfänglich wie ein Käppchen auf den Entodermzellen liegen, allmählich letztere umwachsen; und die Entodermzellen umschliessen häufig keinen Urdarm, sondern bilden eine compacte Masse.

Bei der sub 1 und 2 erwähnten typischen Gastrulabildung wird die Blastula offenbar zur Gastrula in Folge einer Veränderung der Form

der zum Entoderm werdenden Zellen (vergl. Fig. 29, 4—5): in der Blastula ist das äussere Ende dieser Zellen das breitere, die betreffenden Zellen verändern dann allmählich in der Weise ihre Form, dass das innere Ende breiter wird als das äussere, was natürlich einfach durch eine Umlagerung der Protoplasmatheilchen der Zellen (Protoplasmaströmungen) stattfindet; diese Aenderung der Form der betreffenden Zellen muss nothwendig zunächst eine Abflachung der einen Seite der Blastula und dann eine Einstülpung derselben mit sich führen. Gleichzeitig wird im Allgemeinen eine Aenderung mit den Ektodermzellen stattfinden: diese werden niedriger und breiter, so dass sie sich über ein grösseres Areal ausspannen können. Während der Einstülpung bleibt der ursprüngliche Zusammenhang der Ento- und Ektodermzellen bewahrt. Auf dieselbe Weise wird nun wahrscheinlich auch die sub 3 erwähnte (sogen. epibolische, Umwachsungs-)Gastrula gebildet; auch hier braucht man nicht anzunehmen, dass die Ektodermzellen sich von den Entodermzellen ablösen und über dieselben hinauswachsen. Denken wir uns, dass die breiten äusseren Enden der Entodermzellen der Blastula (vergl. Fig. 33, 1) allmählich schmäler und die inneren Enden derselben

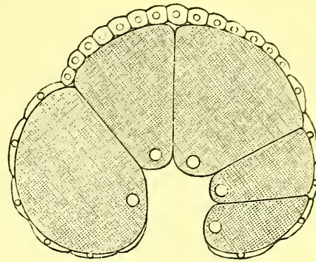


Fig. 32. Gastrula einer Meerschnecke (*Natica*), in derselben Weise wie die Gastrula in Fig. 31 gebildet, von welcher sie sich jedoch durch den Besitz eines Urdarms unterscheidet. — Nach Bobretzky.

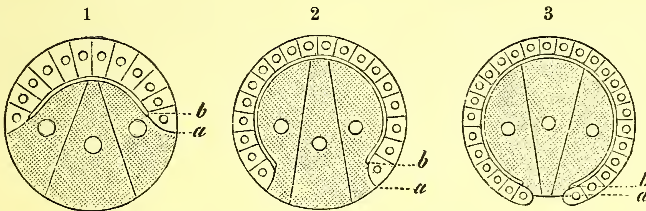


Fig. 33. Schematische Figuren zum Verständniss der epibolischen Gastrula (vergl. den Text). 1 jüngstes, 3 ältestes Stadium. *e* Entodermzellen. Die Buchstaben *a* und *b* bezeichnen in allen drei Figuren dieselben Stellen. — Orig.

breiter werden, während die Ektodermzellenpartie gleichzeitig an Ausdehnung zunimmt, so werden die Entodermzellen durch denselben Process wie bei der Einstülpung der typischen Gastrula allmählich von den Ektodermzellen umschlossen werden können, ohne dass von einer activen Zellenwanderung die Rede ist, und ohne dass die Berührungsflächen (*a*—*b*) der äussersten Ektodermzellen mit den Entodermzellen sich verändern.

4. Bei manchen niederen Wirbelthieren (Rundmäulern, Stör und gewissen anderen Fischen, Lurchen) ist die Blastulawand nicht wie in den oben erwähnten Fällen einschichtig, sondern mehrere Zellen dick (Fig. 34, 1); die Zellen sind an der einen Seite der Blastula grösser als an der anderen und enthalten reichliche Dotterkörnchen. Dieser Theil der Blastula wird in den anderen eingestülpt; es wird wie in den anderen Fällen eine Gastrula gebildet (Fig. 34, 4), deren Entoderm aber theilweise stark verdickt ist, so dass sich in der Urdarmhöhle ein grosser Hügel vom Entoderm erhebt. Die diesen Hügel zusammen-

setzenden Zellen sind dazu bestimmt, späterhin zu zerfliessen und den übrigen als Nahrung zu dienen: Nahrungsdotter. Die Einstülpung findet übrigens in einer etwas eigenthümlichen Weise statt: es bildet sich zunächst an der einen Seite der Blastula eine Falte (Fig. 34, 2),

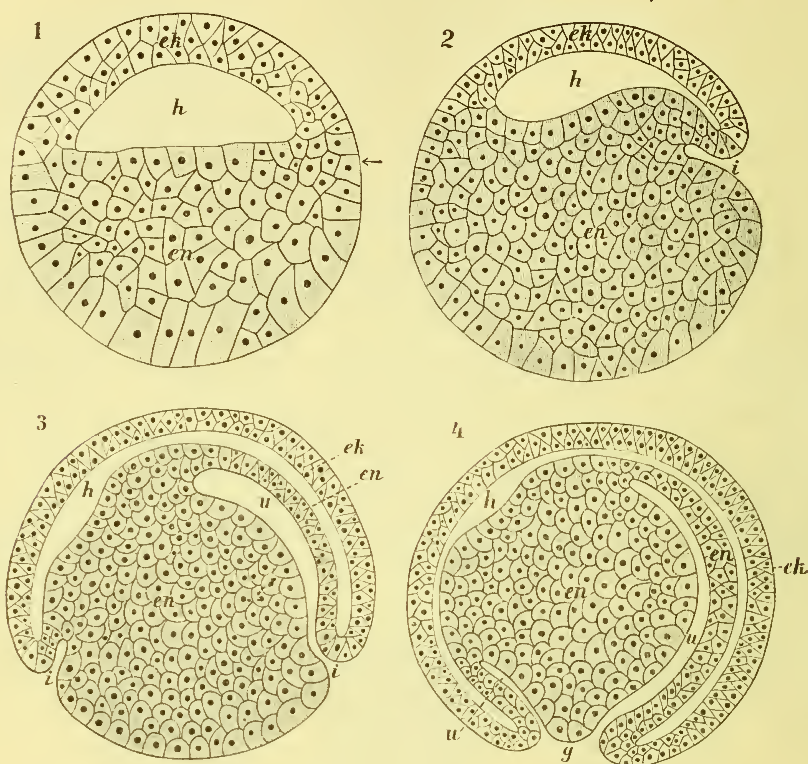


Fig. 34. Die Gastrulabildung bei den Amphibien, schematisch; Längsschnitte. 1 Blastula. 2 die Einstülpung hat bei *i* angefangen (die entsprechende Stelle ist in 1 durch einen Pfeil bezeichnet); die Einstülpung ist rinnenförmig, greift aber noch nicht um das ganze Ei herum. 3 die Einstülpung fortgesetzt. 4 fertige Gastrula; die Urdarmhöhle grösstentheils von einem vorspringenden Theil des Entoderms gefüllt, welcher später aufgelöst und vom Embryo aufgesogen wird. *ek* Ektoderm (hell), *en* Entoderm (schattirt), *g* Gastrulamund, *h* Furchungshöhle, *i* Einstülpungsrinne, *u* Urdarmhöhle. — Orig.

welche allmählich zu einer das ganze Ei umgebenden Ringfalte wird; diese Ringfalte überwächst den unteren Theil des Eies, denjenigen, welcher später als ein Hügel in den Urdarm vorragt.

Die letztere Form der Gastrulabildung ist von der typischen leicht ableitbar und zwar als eine Folge der bedeutenden Dicke der Entodermzellenpartie der Blastula. Denken wir uns der Blastula Fig. 29, 4 unten eine grössere Zellenmasse angefügt, welche sich bei der Einstülpung im Wesentlichen passiv verhält, so werden wir zu einem ähnlichen Verhalten der Einstülpung gelangen wie in Fig. 34.

5. Hieran schliesst sich die Entwicklungsform, welche wir bei manchen Fischen, bei den Reptilien und den Vögeln finden. Die Eizelle enthält hier eine grosse Menge von Dotterkugeln; das Protoplasma ist wesentlich an der einen Seite des Eies angesammelt. Nur der letztere

Theil des Eies theilt sich in Furchungszellen, während der grössere Theil desselben ungefurcht bleibt: partielle Furchung. Dieser ungefurchte Theil des Eies entspricht demjenigen Theil bei den unter 3 erwähnten Formen, welcher zwar gefurcht wird, aber später wieder zerfliesst; er wird mit einer Partie der angrenzenden Zellen in die übrige Zellmasse eingestülpt; die Einstülpung geschieht in ähnlicher Weise wie bei den zuletzt erwähnten (vergl. Fig. 34 u. 35). In die

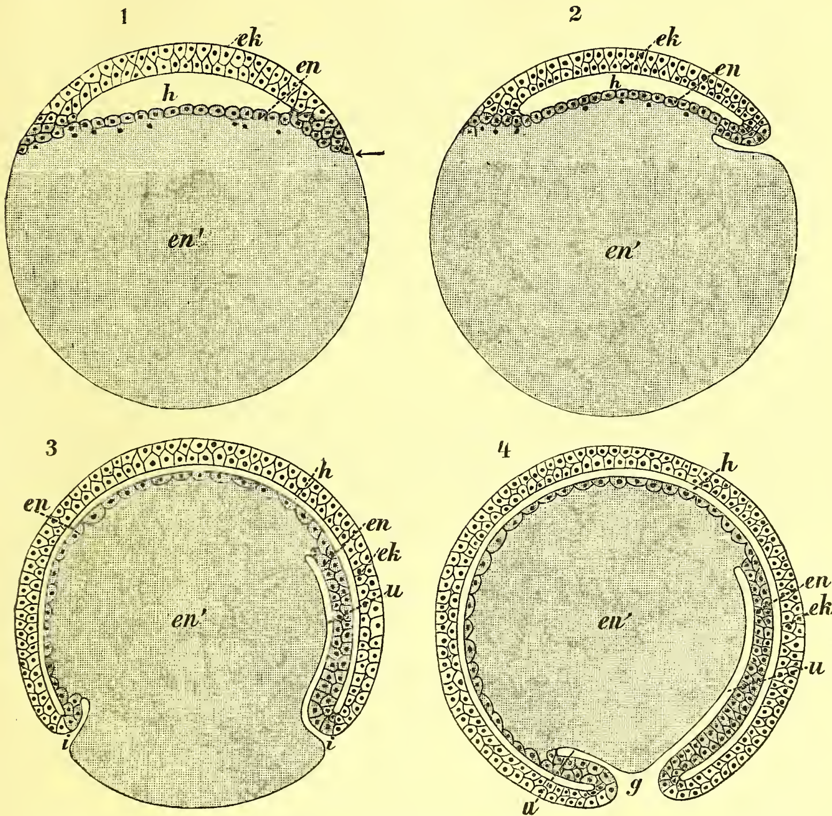


Fig. 35. Schematische Darstellung der Gastrulabildung bei Wirbelthieren mit partieller Furchung (Selachiern, Knochenfischen, Reptilien, Vögeln); vergl. die vorhergehende Figur. Die Buchstaben sind dieselben wie in dieser, mit Ausnahme von *en'*, dem ungefurchten Theil des Entoderms (dem Nahrungsdotter); *en* der gefurchte Theil des Entoderms. Es ist hervorzuheben, dass der Nahrungsdotter meistens verhältnissmässig weit grösser ist als in den Figuren angegeben. — Orig.

Urdarmhöhle wird somit eine ungeheuer grosse Masse von ungefurchter Eisubstanz, der Nahrungsdotter, eingeschlossen, welcher allmählich von den Zellen aufgesogen wird und somit letzteren als Nahrung während der Entwicklung dient. Es ist übrigens eigenthümlich, dass die Gastrulaeinstülpung bei diesen Thieren sehr langsam fortschreitet; die Entwicklung ist schon nach anderen Richtungen weit vorgerückt, wenn die Gastrulabildung abgeschlossen wird (in den schematischen Figuren ist von diesem Verhältniss abgesehen).

6. Bei den Gliederfüsslern findet im Allgemeinen ebenso wie bei den letztgenannten Thieren eine partielle Furchung statt; der ungefurchte Theil des Eies, der Nahrungsdotter, liegt aber in der Mitte, von den Furchungszellen rings umgeben; eine Furchungshöhle fehlt, der Nahrungsdotter nimmt gewissermaassen ihre Stelle ein. Die Einstülpung geschieht wie bei der typischen Gastrula (1, S. 47); der Nahrungsdotter wird allmählich von den Zellen aufgesogen.

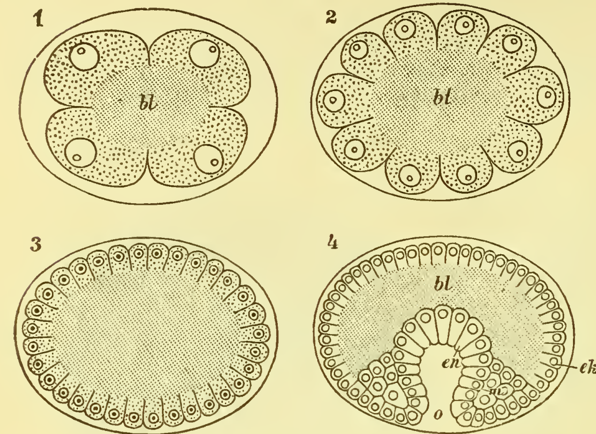


Fig. 36. Die Entwicklung des Eies eines Krebsthieres (Schnitte). *bl* Nahrungsdotter, *ek* Ekto-, *en* Ento-, *m* Mesoderm, *o* Urmund. — Nach Häckel.

Somit finden wir fast überall, wo die Untersuchung hinlänglich tief eingedrungen ist, als Resultat der ersten Entwicklung des Eies eine Gastrula, welche bei allen wesentlich in derselben Weise gebildet ist.

Eine abweichende Form der Gastrulabildung trifft man bei manchen Quallen. Es findet hier keine Einstülpung statt, sondern an verschiedenen Punkten der Blastula lösen sich Zellen aus dem Verband der übrigen los und wandern in die Furchungshöhle hinein, um hier das Entoderm zu bilden (Fig. 37, *A*). Zuweilen ist diese Loslösung der Zellen auf die eine Seite der Blastula beschränkt (*B*). Möglicher Weise ist der in *A* illustrirte Typus die allerursprünglichste Form der Entodermbildung; von dieser kann leicht die Form *B* abgeleitet werden, welche vielleicht wieder eine Uebergangsform zu der gewöhnlichen Gastrulabildung ist (welche auch bei den Quallen getroffen wird).

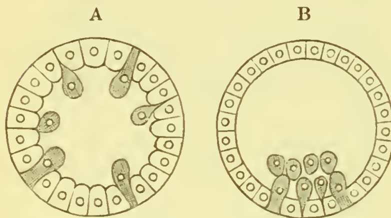


Fig. 37. Schematische Schnitte, um die Gastrulabildung gewisser Quallen zu erläutern.

Zwischen den beiden Schichten oder Keimblättern, aus welchen die Gastrula besteht, bildet sich bei den meisten Thieren (die Cölenteraten ausgenommen) sehr bald, oft sogar gleichzeitig mit der Gastrulaeinstülpung, eine dritte Schicht, das Mesoderm oder das mittlere Keimblatt. Bei der Bildung desselben ist nicht wie bei der Gastrulabildung überall ein gemeinsamer Typus erkennbar. In einigen Fällen wird es z. B. dadurch gebildet, dass einige wenige Zellen, welche am Urmund auf der Grenze des Ekto- und Entoderms liegen, sich aus der Verbindung mit den übrigen loslösen, sich zwischen das Ekto- und Entoderm einschieben und nach wiederholter Theilung als eine selbständige Schicht zwischen jenen ausbreiten. (Fig. 30, 31.) In anderen

Fällen wird das Mesoderm in der Weise gebildet, dass ein Theil des Entoderms sich in Form zweier Falten oder Säcke ausbuchtet, welche sich dann vom übrigen Entoderm abschnüren und zwischen letzterem und dem Ektoderm ihren Platz einnehmen (Fig. 38).

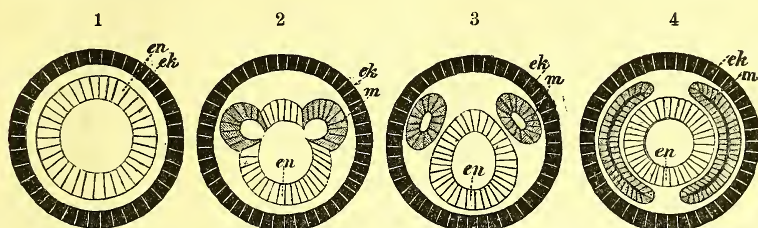


Fig. 38. Schematische Figuren zur Erläuterung der Bildung des Mesoderms bei den Wirbelthieren (Querschnitte); 1 jüngste, 4 älteste Entwicklungsstufe. *ek*, *en*, *m* Ekto-, Ento- und Mesoderm. — Orig.

Nach der Anlage des Mesoderms ist der in Entstehung begriffene Organismus aus drei Keimblättern, dem Ekto-, Meso- und Entoderm, zusammengesetzt. Aus diesen drei Schichten bilden sich die verschiedenen Theile des Thieres: aus dem Mesoderm alles Bindegewebe, das Skelet [1]) (insofern es kein Cuticularskelet ist), das Muskelgewebe, das Gefässsystem, die Excretions- und Geschlechtsorgane; aus dem Ektoderm die Oberhaut, das Nervensystem, die meisten Sinnesorgane; aus dem Entoderm die Epithelbekleidung (des ganzen oder des grössten Theiles) des Darmkanals und dessen Drüsen. Die Mesodermgebilde liefern meistens, namentlich bei den höheren Thieren, den grösseren Theil der Körpermasse des ausgebildeten Organismus.

Aus der Entwicklung der verschiedenen Organsysteme berühren wir hier nur mit einigen Worten die Bildung des Nervensystems und des Darmkanals.

Das centrale Nervensystem wird gewöhnlich in Gestalt von Einfaltungen, Einstülpungen oder Verdickungen des Ektoderms angelegt, welche sich nachher von letzterem sondern; bei den Wirbelthieren bildet sich z. B. längs der Rückenseite des Thieres eine lange, rinnenförmige Einfaltung, die Anlage des Centralnervensystems (Gehirn und Rückenmark), welche später abgeschnürt wird und als ein Rohr unterhalb der Haut liegt. Manchmal (z. B. bei Stachelhäutern und Borstenwürmern) bleibt entweder in grösserer Ausdehnung oder wenigstens an einigen Körperstellen der ursprüngliche Zusammenhang des Nervensystems und der vom übrigen Ektoderm stammenden Oberhaut zeitlebens bestehen.

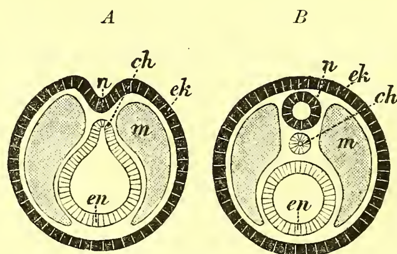


Fig. 39. Zur Erläuterung der Bildung des Nervensystems und der Chorda bei den Wirbelthieren (schematische Querschnitte). *A* jüngere, *B* ältere Stufe. *ch* Chorda, *ek*, *en*, *m* Ekto-, Ento-, Mesoderm, *n* Nervensystem. — Orig.

1) Die Rückensaite (Chorda) der Wirbelthiere entwickelt sich jedoch vom Entoderm aus, als eine Falte, welche sich von letzterem abschnürt und dann einen Strang oberhalb des Entoderms bildet.

Was die Bildung des Darmkanals betrifft, so ist Folgendes zu bemerken. Die ursprüngliche Oeffnung, der Urmund, wird in der Regel geschlossen, so dass das Entodermrohr eine Zeit lang einen geschlossenen Sack darstellt. Später bildet sich an jedem Ende des Thieres gewöhnlich eine Einstülpung des Ektoderms, welche zur Mundhöhle, resp. zum Enddarm wird (Fig. 41); an den Stellen, wo die Einstülpungen und das Entodermrohr zusammenstossen, erfolgt nachher ein Durchbruch. Der definitive Darmschlauch besteht somit theils aus dem ursprünglichen Entodermrohr, theils aus gewissen Partien des Ektoderms; hierzu kommen noch bei manchen Thieren Theile des Mesoderms, welche sich dem Darmschlauch aussen anlagern und dessen Bindegewebe und Muskelschicht bilden.

In denjenigen Fällen, in welchen der Darmkanal einen grossen Nahrungsdotter enthält, wird das junge Thier (der Embryo) stark durch diesen ausgedehnt. Oft bildet sich dann ein Dottersack, eine den

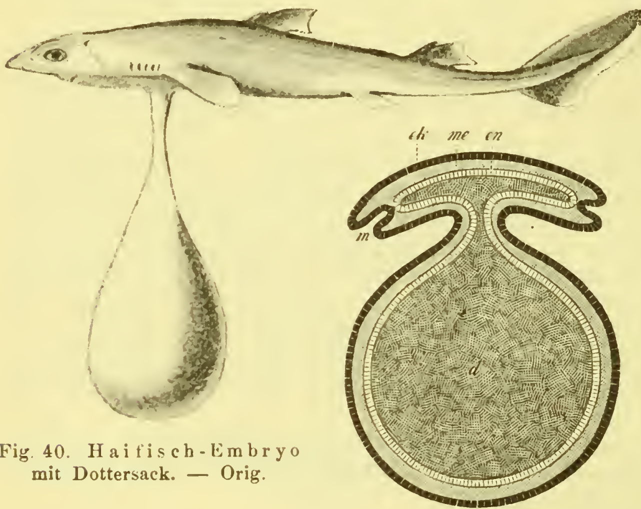


Fig. 40. Haifisch-Embryo mit Dottersack. — Orig.

Fig. 41. Schema eines jungen Embryos mit Dottersack; Längsschnitt. Zugleich zur Illustration der Bildung der Mundhöhle und des Enddarms. *d* Nahrungsdotter, *ek* Ekto-, *en* Ento-, *me* Mesoderm, *m* Mundöffnung. — Orig.

Nahrungsdotter enthaltende Ausstülpung des Darmes, welche von einer entsprechenden Ausstülpung der Leibeswand umgeben ist. Der Dottersack kann häufig stark abgeschnürt werden, so dass seine Höhlung nur durch eine ziemlich enge Oeffnung mit dem übrigen Darmkanal in Verbindung steht; öfters hat der Dottersack eine im Verhältniss zum übrigen Organismus kolossale Grösse, so dass das junge Thier mehr als ein Anhang am Dottersack als umgekehrt erscheint. Indem die Entwicklung weiter fortschreitet, wird der Dottersack allmählich kleiner und verschwindet zuletzt völlig.

Die meisten Thiere sind eierlegend (ovipar), d. h. das Ei wird, unbefruchtet oder befruchtet, von der Eihülle umschlossen, abgelegt; zuweilen ist das Ei, wenn es abgelegt wird, noch eine einfache Zelle, in anderen Fällen ist es aber schon gefurcht, oder die Entwicklung ist noch weiter vorgeschritten. Andere Thiere sind lebendiggebärend (vivipar), d. h. das Ei verweilt so lange im mütterlichen Körper, dass die Eihülle oder -schale gesprengt wird, ehe der junge

Organismus aus der Mutter herauskommt. Einen tieferen, durchgreifenden Unterschied zwischen eierlegenden und lebendiggebärenden Thieren giebt es übrigens nicht, und einige Thiere stehen auf der Grenze zwischen beiden, indem die Entwicklung bei eierlegenden Thieren zuweilen so weit fortgeschritten ist, wenn das Ei abgelegt wird, dass das Junge bald nachher die Schale sprengt, ebenso wie es eierlegende Thiere giebt, deren Junge erst im Augenblicke der Geburt die Schale sprengen.

Diejenigen Eier, welche ohne andere Umhüllung als eine Eihaut oder Eischale abgelegt werden, durchlaufen ihre Entwicklung, bis das junge Thier aus der Hülle hervorbricht, ohne einen Zuschuss von aussen zu erhalten; aus der Umgebung nehmen sie jedoch Sauerstoff auf — das Ei athmet ebenso wohl wie der ausgebildete Organismus und kann sich in einer sauerstofffreien Umgebung nicht entwickeln — und giebt Kohlensäure ab; auch ein Aufsaugen von Wasser scheint zuweilen stattzufinden. Wenn das abgelegte Ei von einer Eiweissmasse umgeben ist, so wird diese (solches ist z. B. beim Vogelei der Fall) während der Entwicklung von dem jungen Organismus allmählich aufgesogen [1]), so dass dieser, während er noch in der Eischale eingeschlossen ist, einen Zuschuss über die Stoffmasse hinaus erhält, welche die Eizelle enthielt. Bei manchen — aber keineswegs allen — lebendiggebärenden Thieren erhält der sich entwickelnde Organismus einen Zuschuss von dem Mutterthier entweder dadurch, dass gewisse, in den Uterus mündende Drüsen eine nährende Flüssigkeit absondern, welche von jenem aufgesogen wird, oder dadurch, dass gewisse Theile des jungen Thieres sich zu einem Aufsaugungswerkzeuge entwickeln, welches in innige Verbindung mit der Wand des Uterus tritt und — ähnlich wie eine Schmarotzerpflanze — die Blutflüssigkeit der Mutter aufsaugt (Säugethiere).

Solange das Thier in der Eihülle oder im mütterlichen Körper eingeschlossen bleibt, wird es als Embryo (Fötus, Frucht) bezeichnet; nach der Geburt, d. h. wenn es die Eihülle gesprengt oder den Mutterkörper verlassen hat, in der Regel um sofort ein selbständigeres Leben zu führen mit activer Nahrungsaufnahme [2]) etc., wird es Junges genannt. Das neugeborene Junge weicht mehr oder weniger von dem ausgebildeten Organismus ab. Der Unterschied ist in einigen Fällen relativ unbedeutend, indem er wesentlich in einer geringeren Körpergrösse und in dem unreifen Zustand der Geschlechtsorgane besteht (wie bei manchen Säugethieren); in anderen Fällen weicht das Junge stärker von dem ausgebildeten Thiere ab, wie es z. B. bei den Vögeln der Fall ist, deren neugeborene Jungen sich bekanntlich namentlich in der Bekleidung des Körpers von den Erwachsenen erheblich unterscheiden. Noch weit bedeutender werden die Unterschiede bei vielen anderen Thieren, und man sagt dann, dass das Thier eine Metamorphose (Verwandlung) durchläuft, ehe es das definitive Aussehen erlangt. Die von dem Jungen, welches bei Thieren mit Metamorphose als Larve bezeichnet wird, in solchen Fällen durchlaufenen Veränderungen sind oft sehr eingreifend, und häufig hat die Larve nur eine äusserst geringe Aehnlichkeit mit dem Erwachsenen.

---

1) Diese Aufsaugung geschieht meistens durch die ganze Oberfläche oder durch irgend einen Theil derselben, seltener wird das Eiweiss in den Darmkanal des jungen Organismus aufgenommen.

2) Zuweilen enthält das neugeborene Thier eine grössere oder kleinere Menge von Nahrungsdotter und nimmt dann noch eine Zeit lang keine Nahrung auf. Vergl. auch die Bemerkungen S. 57 über Brutpflege.

Die Ursachen dieser Unterschiede zwischen der Larve und dem Erwachsenen und damit auch die Art derselben sind verschiedener Natur. Vielfach ist als nächste Ursache zu erkennen, dass das Ei zu klein dazu ist, dass ein dem Erwachsenen ähnlich gebautes Geschöpf aus ihm gebildet werden könnte. Die unvollkommene Gestalt, in welcher manche Fische geboren werden, ist vielfach (vergl. z. B. die Abbildungen zur Hechtentwicklung im Spec. Theil, Fische) der geringen Grösse des Eies zuzuschreiben; bei verwandten Formen mit grösseren Eiern sind die Jungen, wenn sie die Eihülle verlassen, den Erwachsenen weit ähnlicher oder gar fast ganz übereinstimmend. Dasselbe gilt auch für manche Krebsthiere, welche in sehr wenig entwickelter Gestalt, mit einer ganz geringen Anzahl von Gliedmaassen (drei Paaren) ausgestattet, die Eihülle verlassen; hier ist das Ei offenbar zu klein, als dass aus seiner Masse ein Thier mit der grossen Anzahl von Gliedmaassen welche das Erwachsene besitzt, gebildet werden kann. Es hat den Anschein, als ob eine gewisse, bei verschiedenen Thieren übrigens verschiedene Grenze giebt, unter welche die Grösse der einzelnen Gliedmaassen etc. nicht hinabsinken kann; bei einer Grössenzunahme der Eier, wie wir sie bei anderen Krebsthieren finden, sieht man dann auch das Thier auf einer vollkommneren Entwicklungsstufe das Ei verlassen.

Als weitere Hauptursache des Unterschiedes zwischen den Larven und den Erwachsenen ist die Verschiedenartigkeit der Lebensverhältnisse hervorzuheben; oft ist dieselbe mit der oben erwähnten innig verbunden. Bei einer Unzahl von Meeresthieren, welche im ausgebildeten Zustande an den Boden gebunden sind, leben die Larven als frei schwimmende Thiere an der Oberfläche, was für die ganze Gestaltung von durchgreifendem Einfluss wird (Borstenwürmer, Weichthiere, Krebse etc.). Zuweilen (z. B. bei den Lurchen) sind die Larven Wasserthiere, die Erwachsenen Landthiere, was ebenfalls mit grossen Unterschieden Hand in Hand geht. — In sehr eigenartiger Weise erscheint die Metamorphose der Insekten aus der Verschiedenartigkeit der Aufgaben der Larve und des erwachsenen Thieres ableitbar, indem das letztere fast ausschliesslich der Fortpflanzung lebt, während die Larve sich der Ernährung und dem Wachsthum widmet: hierher die Flügellosigkeit der Larve etc.

In Folge der verschiedenartigen Lebensweise fehlen bei den Larven häufig Theile, welche den Erwachsenen zukommen; andererseits besitzen sie aber oft besondere Werkzeuge, welche den Erwachsenen abgehen, sogenannte provisorische Larvenorgane: Wimpersegel der Schneckenlarven, Kiemen der Lurchlarven, Bauchfüsse der Schmetterlingsraupen. Diese Larvenorgane können in gewissen Fällen einen so bedeutenden Umfang besitzen, dass nur ein geringer Theil des ursprünglichen Larvenkörpers sich zu dem vollkommenen Thiere entwickelt, während der grössere Theil desselben rückgebildet wird (Stachelhäuter).

Die Dauer des Larvenlebens ist meistens, mit der des ganzen Lebens verglichen, eine kurze; in der Regel erlangt das Thier in der Hauptsache die definitive Gestalt, lange bevor es seine definitive Grösse und die Geschlechtsreife erreicht. Hiervon machen die Insekten eine sehr beachtenswerthe Ausnahme, indem sie die Gestalt des „vollkommenen Insekts“ meistens erst dann annehmen, wenn der Organismus die definitive Grösse erlangt hat.

Der Uebergang vom Larvenstadium zu demjenigen des ausgebildeten Thieres ist niemals eine plötzliche Veränderung — wie die

Bezeichnung Metamorphose, Verwandlung, etwa vermuthen lassen könnte — sondern vollzieht sich immer allmählich. Oft finden die betreffenden Umbildungen jedoch im Laufe eines oder mehrerer verhältnissmässig kurzer Zeitabschnitte statt: nachdem die Larve längere Zeit dieselbe Gestalt gehabt hat, durchläuft sie im Laufe kürzerer Zeit grosse Veränderungen, so dass sie gewissermaassen in einem oder mehreren Sprüngen die Form des ausgebildeten Thieres annimmt. Dies ist besonders bei den Gliederfüsslern auffällig, indem alle äusseren Veränderungen bei diesen an die Häutungen gebunden sind. Einige Zeit vor der Häutung löst sich der lebendige Theil der Haut von der Cuticula ab, bildet sich mehr oder weniger um, so dass die Larve, wenn sie die alte Cuticula abstreift, plötzlich wie mit einem Sprunge in einer neuen und geänderten Gestalt erscheint. In der That haben sich die Veränderungen aber auch hier im Laufe einiger Zeit abgespielt, und nur für eine äusserliche Betrachtung ist die Entwicklung eine sprungweise.

Häufig findet man, dass ein Thier während seiner Entwicklung, sei es im Ei oder im Larvenstadium, gewisse dem Erwachsenen fehlende Charaktere darbietet, welche einem niederen Typus angehören. Die Amphibienlarven besitzen z. B. Kiemen und eine ähnliche Anordnung grosser Partien des Gefässsystems wie die Fische; unter den Krebsthieren besitzen manche Zehnfüssler im Larvenzustande an den späteren Gehfüssen einen später rückgebildeten Schwimmast, welcher bei manchen niederen Krebsthieren zeitlebens vorhanden ist; bei den höheren Wirbelthieren sind im Embryonalzustande Kiemenspalten vorhanden etc. Häufig haben die betreffenden Bildungen, wie im letztgenannten Beispiel, den Charakter der Nutzlosigkeit, sind also rudimentärer Art. — Diese Verhältnisse sind nur verständlich, wenn wir annehmen, dass die betreffenden Formen von jenen niederen Typen — oder von ihnen nahestehenden — abstammen, und dass sich die erwähnten Charaktere auf den frühen Entwicklungsstufen erhalten haben, während sie bei dem ausgebildeten Thiere verloren gingen (vergl. den nächsten Abschnitt).

Brutpflege. In vielen Fällen kommt es vor, dass den aus dem mütterlichen Körper ausgetretenen Eiern und den Jungen in verschiedener Weise von Seiten des Mutterthieres (seltener des Vaters) eine specielle Fürsorge zugewendet wird. Die Aufgabe dieser ist es zunächst, die Eier oder Jungen gegen die Nachstellung anderer Thiere oder gegen anderweitige Gefahren zu schützen, dann aber auch häufig, die Jungen zu ernähren; weniger allgemein ist speciell darauf Rücksicht genommen, dass die Eier oder Jungen auf eine für die Entwicklung günstige Temperatur erwärmt werden (Vögel). In den einfachsten Fällen begnügt sich die Mutter damit, die Eier (z. B. durch Vergraben) an einem sicheren Ort unterzubringen, oder die Brutpflege ist darauf beschränkt, dass das Mutterthier sorgfältig die Stelle auswählt, an welcher die Eier abgelegt werden, so dass das Junge gleich eine passende Nahrung vorfindet. In anderen Fällen sitzt die Mutter über den Eiern bis zum Ausschlüpfen der Jungen oder noch eine Zeit lang über den letzteren, um sie zu beschützen oder zu erwärmen; oder sie trägt Eier und Junge auf ihrem Körper mit sich umher. Daran reiht sich dann eine mehr active Brutpflege in der Form, dass die Jungen, welche zwar im Stande sind, Nahrung zu sich zu nehmen und zu verdauen, aber nicht befähigt, sich dieselbe selbst zu verschaffen, kürzere oder längere Zeit hindurch von der Mutter gefüttert werden. In vielen Fällen greift die Brut-

pflege nicht nur tief in das Leben des Mutterthieres ein, sondern führt auch zur Ausbildung besonderer Werkzeuge an demselben oder zur Umbildung bereits existirender (Brutsäcke, Milchdrüsen etc.). Von noch eingreifenderer Bedeutung ist die Brutpflege in manchen Fällen für die Entwicklungsweise des Eies und des Jungen; viele Verhältnisse derselben erscheinen bei näherer Betrachtung durch die Brutpflege bedingt (vergl. z. B. die Mysiden, die Beutelthiere etc.)

Einer eingehenderen Betrachtung erscheint auch das Zurückbehalten der Eier im Innern des mütterlichen Organismus bei den lebendiggebärenden Thieren als eine Art Brutpflege; in der That scheint der Unterschied zwischen dem Verweilen des jugendlichen Organismus im Eileiter (wie bei den lebendiggebärenden Thieren) oder in einer Einstülpung der Haut (wie es manchmal bei der Brutpflege, z. B. bei den Beutelthieren, stattfindet) ein rein äusserlicher zu sein; der Zweck ist auch derselbe, und in beiden Fällen finden wir ganz ähnliche Folgen für die Mutter und für den jugendlichen Organismus: Ausbildung besonderer Einrichtungen bei ersterer, Eigenthümlichkeiten der Entwicklung des letzteren.

V. Die Verwandtschaft der Thiere; das System. Die Abstammungslehre.

Die zahllosen thierischen Organismen, welche auf derErde leben, theilt man in eine Anzahl Hauptgruppen, diese wieder in kleinere und kleinere Abtheilungen. Diese stufenweise Gruppeneintheilung ist nicht willkürlich, sondern in der mehr oder minder engen Uebereinstimmung der Thiere begründet, so dass die in den Abtheilungen niedersten Ranges zusammengefassten Thiere die grösste Uebereinstimmung darbieten. Wir fangen damit an, den Begriff der Art (*Species*) etwas näher zu betrachten.

Zu einer Art rechnet man erstens alle diejenigen Individuen, welche auf derselben Altersstufe eine genaue Uebereinstimmung in allen Einzelheiten ihres Baues zeigen. Ferner alle diejenigen Individuen, welche sich mit jenen unter normalen Verhältnissen paaren und fruchtbare Nachkommen erzeugen, gleichgültig ob sie jenen gleich oder unähnlich sind. Endlich auch die Jungen, mögen diese den Eltern ähnlich sein oder nicht. Es gehören z. B. alle Feldhasenweibchen, welche in Deutschland gefunden werden, zu einer Art, indem sie auf derselben Altersstufe eine innige Uebereinstimmung in allen Theilen des Körpers zeigen; derselben Art gehören ferner, obgleich sie besonders in den Verhältnissen des Geschlechtsapparats abweichen, alle deutschen Feldhasenmännchen an, weil sie sich mit jenen freiwillig begatten und fruchtbare Nachkommen erzeugen; endlich auch die Jungen, welche in diesem Fall übrigens von den Eltern nicht abweichen. In anderen Fällen (bei Generationswechsel und Heterogonie) sind die Jungen dagegen mehr oder weniger von den Eltern verschieden; jede zweite oder dritte (vierte etc.) Generation ist ähnlich, aber von den zwischenliegenden (oder einigen derselben) abweichend; alle gehören trotzdem derselben Art an.

Der Begriff der Art beruht somit auf drei Momenten: der Uebereinstimmung des Baues, dem Geschlechtsverhältniss und dem genetischen

Zusammenhang (der Abstammung). Die Uebereinstimmung verschiedener Exemplare derselben Art ist übrigens keine absolute, selbst wenn wir von denjenigen Unterschieden absehen, welche durch das verschiedene Geschlecht, durch das Alter oder durch Verschiedenartigkeit der Generationen (bei Generationswechsel und Heterogonie) bedingt sind. Genau betrachtet sind sogar niemals zwei Individuen ganz übereinstimmend; eine sorgfältige Untersuchung wird immer — wenn wir von Geschöpfen absehen, welche so klein sind, dass sie einer näheren Untersuchung unzugänglich sind — Unterschiede aufweisen: die Arten variiren, wie man es nennt, stets in geringerem oder höherem Grade. Die Variation ist im Allgemeinen wenig hervortretend; äusserlich beschränkt sie sich meistens auf kleine Unterschiede der Farbe, der Form oder der relativen Grösse einzelner Theile, der absoluten Grösse oder des Gewichts des ganzen Thieres; innerlich sind entsprechende kleine Unterschiede zu beobachten. Jede grössere Säugethierart bietet leicht zu beobachtende Beispiele dieser gewöhnlichen Variation dar. Zuweilen wird die Variation aber augenfälliger: vom Fuchs (welcher meistens einen weisslichen Bauch hat) kommen zuweilen Exemplare mit schwarzem Bauch vor oder solche mit einer schwarzen Kreuzzeichnung auf der Schultergegend oder fast schwarze Exemplare etc., und ähnliche Variationen kommen bei manchen anderen Säugethieren und Vögeln vor; vom Hirschkäfer, dessen Männchen meistens sehr grosse Vorderkiefer besitzen, findet man zuweilen männliche Exemplare mit Vorderkiefern, deren Länge nur ein Bruchtheil des gewöhnlichen Maasses ist; beim Fuchs fehlt zuweilen der hinterste Höckerzahn des Unterkiefers etc. Alle derartigen, von dem gewöhnlichen (typischen) Artgepräge abweichende Exemplare bezeichnen wir als individuelle Variationen.

Bei einigen Thieren findet man, dass innerhalb derselben Art zwei, oder mehrere, in gewissen Charakteren bestimmt unterschiedene Formen neben einander vorkommen, und zwar meistens ohne dass die Formen durch Uebergänge (wie es bei den oben genannten individuellen Variationen in der Regel der Fall ist) unter einander verbunden sind. Dieses Verhältniss wird als Dimorphismus bezeichnet, wenn die Art in zwei unterschiedenen Formen auftritt, als Polymorphismus, wenn mehr als zwei Formen innerhalb der Art auftreten. Dimorphismus findet man z. B. innerhalb der Wanzen, bei welchen verschiedene Arten sowohl in einer geflügelten als in einer ungeflügelten Form auftreten; dieser und ähnliche Fälle schliessen sich eng an die gewöhnliche individuelle Variation an und sind leicht von derselben abzuleiten: es ist die Folge einer starken individuellen Variation, die Zwischenformen sind verschwunden. Ziemlich verbreitet ist der Di- oder Polymorphismus bei stockbildenden Thieren

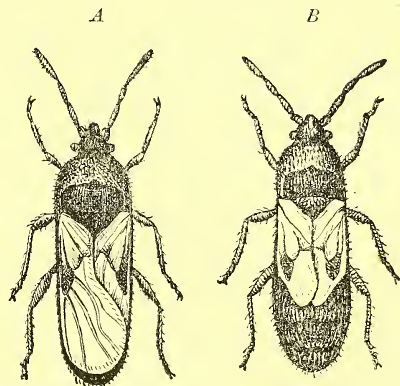


Fig. 42. Dimorphismus einer Wanze (*Blissus leucopterus*). *A* flugfähige Form mit Vorder- und Hinterflügeln; *B* flugunfähige Form mit abgekürzten Vorderflügeln und ohne Hinterflügel. — Nach Riley.

(vergl. die Saum- und Blasenquallen, die achtarmigen Korallen, die Bryozoën), und hier ist derselbe offenbar die Folge des innigen Zusammenlebens der Personen der Colonie: indem dieselben mit einander in directem organischen Zusammenhang stehen, können gewisse Arbeitsleistungen diesen, andere jenen Personen überwiesen werden, und eine natürliche Folge dieser Arbeitstheilung wird eine verschiedene Ausbildung der Personen sein. Aehnliches gilt auch vom Di- oder Polymorphismus der gesellig lebenden Insekten (Bienen, Ameisen, Termiten).

Wenn eine Art eine weite Verbreitung hat, so findet man sehr häufig, dass die Individuen einer Localität in einigen Hinsichten in der Regel von den Individuen einer anderen Localität abweichen. Man sagt dann, dass die Individuen jedes Ortes eine besondere Varietät (Rasse, Unterart) bilden. Die Feldhasen z. B., welche durch den grössten Theil Europas verbreitet sind, gehören alle einer Art an, zerfallen aber in drei Gruppen: eine südeuropäische, deren Individuen sich durch kürzere, lockere Behaarung, längere Ohren und intensiv rostfarbene Oberseite auszeichnen; eine mitteleuropäische mit längerer und dichterer Behaarung; und eine nordöstliche (in Nord-Russland) mit sehr langer und dichter Behaarung und stärkerem weisslichen Anflug als die beiden anderen. Diese drei Individuengruppen sind verschiedene Varietäten, indem sie bei durchgehender Uebereinstimmung doch in der Regel in den angegebenen Punkten von einander sich unterscheiden: verschiedene Arten sind sie aber nicht, weil es innerhalb einer jeden Exemplare giebt, welche sich dem Gepräge einer der anderen Gruppen nähern, so dass die Gruppen nicht scharf geschieden sind. Dasselbe, was hier für den Hasen angegeben wurde, gilt in ähnlicher Weise z. B. für verschiedene Säugethier- und Vogelarten, welche durch Europa und Nordasien verbreitet sind: die sibirischen Exemplare bilden eine besondere Varietät, indem sie in der Regel in einigen Charakteren von den europäischen abweichen. Findet man dagegen auf einem grösseren oder kleineren Land- oder Wassergebiete eine Gruppe von Individuen, welche durch bestimmte Charaktere ohne Ausnahme von den ähnlichen Individuen anderer Localitäten abweichen, dann bildet sie eine besondere, aber nahe verwandte Art. Der Wapitihirsch (*Cervus canadensis*) Nordamerikas ist z. B. eine andere Art als der europäische Edelhirsch, dem er aber sehr nahe steht; ebenso ist der nordamerikanische Biber eine andere Art als der nahe verwandte europäische Biber, indem man bei jedem Individuum des ersteren bestimmte besondere Charaktere findet, welche nie bei den europäischen vorhanden sind, und umgekehrt (namentlich im Schädel). Manchmal kann es sehr schwierig sein, zu entscheiden, ob eine Gruppe von Individuen eine Varietät oder eine selbständige Art bildet; maassgebend ist es, ob die betreffenden Unterschiede constant sind oder nicht, ob sie lediglich in der Regel (Varietät) oder ausnahmslos (Art) gelten — und dieses kann man vielfach nicht mit Sicherheit feststellen. Praktisch genommen, nennt man eine Individuengruppe eine besondere Art, wenn „Uebergänge" von ihr zu einer anderen Art unbekannt sind, d. h. wenn man nicht Exemplare kennt, bei denen die Charaktere, welche jene von einer nahe stehenden Art trennen, mehr oder weniger verwischt sind; sobald derartige Uebergänge bekannt werden, wird die Gruppe als Varietät der anderen untergeordnet. Eine scharfe Grenze ist in der That zwischen „Varietät" und „Art" in der Natur nicht vorhanden.

Auch nicht das verschiedene Verhalten der Arten und Varietäten bei der Bastardirung kann — wie man früher gemeint hat — als absolutes Unterscheidungsmerkmal benutzt werden; denn es ist zwar so, dass die Bastarde verschiedener Varietäten fast immer vollkommen fruchtbar sind, dasselbe kann aber auch mit Artbastarden der Fall sein (siehe oben S. 40).

Mehrere einander ähnliche Arten werden zu einer Gattung (*Genus*) zusammengefasst; es bilden z. B. der Löwe, der Tiger, der Jaguar, die Hauskatze und Andere eine Gattung. Jede Gattung des Thierreichs wird nach einer festgesetzten Regel mit ihrem lateinischen oder latinisirten Namen bezeichnet, welcher immer ein einzelnes Wort ist; z. B. wird die Gattung, welche die soeben genannten Thiere umfasst, *Felis* genannt. Die Arten werden mit dem Gattungsnamen nebst einer angefügten Bezeichnung benannt; letztere ist gewöhnlich ein Adjectiv, zuweilen ein Substantiv in Apposition zum Gattungsnamen oder ein Substantiv im Genitiv: die Hauskatze nennt man z. B. *Felis domestica*, den Löwen *Felis leo*, die Cochenillelaus *Coccus cacti*. — Mehrere ähnliche Gattungen werden zu einer Familie zusammengefasst; es gehören z. B. die Mardergattung (*Mustela*), die Dachsgattung (*Meles*), die Ottergattung (*Lutra*) u. a. zu einer Familie, der Marderfamilie, *Mustelidae* (die Familiennamen werden meistens von einem der Gattungsnamen mit Hinzufügung der Endigung *idae* gebildet). Mehrere Familien werden wieder zu einer Ordnung zusammengefasst; die Katzenfamilie, die Marderfamilie, die Bärenfamilie u. a. bilden die Ordnung Raubthiere, *Carnivora*. Die Ordnungen bilden wieder Classen; es gehören z. B. die Raubthiere und eine Anzahl anderer Ordnungen zur Classe der Säugethiere (*Mammalia*). Die Classen bilden ihrerseits Thierkreise; die Classen der Säugethiere, der Vögel, der Reptilien etc. bilden den Kreis der Wirbelthiere (*Vertebrata*).

Diese Gruppirung der Thiere in über- und untergeordnete Abtheilungen ist, wie oben bemerkt, nicht willkürlich, sondern in der Natur selbst begründet. Die Thierformen sind durch eine nähere oder entferntere Verwandtschaft, d. h. durch eine mehr oder minder innige Uebereinstimmung des Baues mit einander verknüpft. Dieser Zusammenhang gelangt in der genannten Gruppirung, in dem sogenannten System des Thierreichs, zum Ausdruck. Das System ist übrigens keineswegs ein vollständiger Ausdruck des Zusammenhanges der Thierformen. Wenn z. B. die Fische, Lurche, Reptilien, Vögel und Säugethiere in einen Thierkreis vereinigt werden, so ist hiermit zwar hinlänglich deutlich ausgedrückt, dass alle diese Abtheilungen in gewissen Hauptzügen des Baues mit einander übereinstimmen, andererseits ist aber damit gar nichts darüber gesagt, dass die genannten Classen, wie es thatsächlich der Fall ist, sich wie die Glieder einer Kette an einander fügen, und zwar derartig, dass die Lurche sich an die Fische, die Reptilien an die Lurche, die Vögel und Säugethiere an die Reptilien anreihen. Es besteht im Thierreiche thatsächlich ein weit innigerer Zusammenhang der Formen, als das System es ausdrückt; eine derartige Verkettung, wie wir sie für die Hauptgruppen des Wirbelthierkreises angedeutet haben, ist mehr oder weniger leicht nachweisbar überall im Thierreich vorhanden.

Es liegt nahe, zu fragen, was etwa die Ursache dieses merkwürdigen Zusammenhanges der verschiedenen Thierformen sein mag. Vor wenigen Decennien ging die Antwort allgemein dahin, dieses ganze

Verhältniss sei eines der grossen Räthsel der Natur, dem menschlichen Geist unzugänglich. Jetzt ist es allgemein anerkannt, dass jener Zusammenhang, jene Uebereinstimmung verschiedener Thierformen eine Wirkung desselben Gesetzes ist, welches die Aehnlichkeit von Eltern und Kindern, von Geschwistern, von entfernteren Verwandten bedingt, nämlich des Gesetzes der Erblichkeit. Wenn der Löwe, der Tiger, die Wildkatze und andere Arten kraft einer engen Uebereinstimmung in den meisten Punkten des Baues zu einer Gattung zusammengehören, so ist dies darin begründet, dass sie alle ursprünglich von einer einzigen Art abstammen, welche sich allmählich in mehrere Arten gespalten hat; wenn die Bären, Marder, Katzen etc. sich alle zu einer Ordnung zusammenfügen, so beruht dies darauf, dass sie alle von einer gemeinsamen Grundform abstammen; ebenso für die höheren Abtheilungen (z. B. Säugethiere, Wirbelthiere). Die Verkettung zweier solcher Gruppen, wie der Reptilien und der Vögel, beruht darauf, dass letztere Abtheilung von ersterer abstammt; durch allmähliche Umbildung eines Zweiges des Reptilientypus ist zunächst eine Vogelform gebildet worden, von welcher die übrigen abstammen.

Eine consequente Durchführung dieser Auffassung führt uns zu dem Resultat, dass alle Thiere von einer gemeinsamen Urform abstammen, welche wahrscheinlich etwa die Gestalt einer Amöbe gehabt hat. Dies ist der wesentliche Inhalt der Abstammungslehre (des Darwinismus); danach sind alle Thiere und Pflanzen von einer gemeinsamen Urform ausgegangen, welche sich allmählich im Laufe enormer Zeiträume in die ganze, unermesslich grosse Mannigfaltigkeit verschiedener organischer Formen gespalten hat.

Die Richtigkeit dieser Theorie ergiebt sich einerseits daraus, dass sie im Stande ist, nicht nur die schon längst bekannte „natürliche Verwandtschaft" der Organismen in natürlicher Weise zu erklären, sondern auch eine unendliche Menge anderer Erscheinungen der organischen Welt verständlich zu machen, — andererseits daraus, dass es trotz der eifrigsten Bestrebungen nicht gelungen ist, Thatsachen aufzufinden, welche mit der Theorie unvereinbar wären. — Ueber die wichtigsten Punkte, welche für die Abstammungslehre sprechen, resp. ohne die Annahme derselben unbegreiflich dastehen, vergl. oben S. 44 (rudimentäre Organe), 57 (gewisse Erscheinungen der Entwicklungsgeschichte) und im Folgenden die Abschnitte VI bis VIII.

Während der Gedanke einer Abstammung schon längst von verschiedener Seite ausgesprochen ist, gelangte er erst in den letzen Decennien zu allgemeiner Annahme, und zwar verdankt man dies in erster Linie dem englischen Naturforscher Charles Darwin (1809—1882), namentlich seinem zum ersten Mal 1859 erschienenen Werk „Origin of Species". Wir erblicken das Verdienst Darwin's zunächst darin, dass er von allen Seiten Daten zusammengebracht hat, welche die Nothwendigkeit der Annahme einer Abstammung beweisen. Er hat für eine grosse Anzahl von Erscheinungen der Thiergeographie, der Geologie, der Embryologie, für die rudimentären Organe, für die ganze Lehre von der Verwandtschaft der Thiere nachgewiesen, dass sie unverständlich bleiben, wenn man eine isolirte Entstehung der Arten annimmt. Er hat ferner, was ebenfalls von der grössten Wichtigkeit war, dem hergebrachten Dogma von der Unveränderlichkeit der Art durch eine Betrachtung des Variirens der Arten sowohl in gezähmtem wie in wildem Zustande den Boden entzogen. — Von geringerer bleibender Bedeutung scheint uns seine Theorie von

den Kräften, welche in erster Linie die Abänderungen geleitet haben sollen (die Selectionstheorie), eine Seite seiner Arbeit, welche er übrigens mit der grössten Energie und mit Aufgebot der ausgedehntesten Studien durchgeführt hat. Darwin stellte sich vor, dass in der Natur ähnlich wie bei der Züchtung der Hausthiere eine Auswahl stattfände, und zwar derart, dass immer diejenigen Individuen am besten im Kampfe ums Dasein beständen, welche sich durch kleine günstige Abweichungen vor dem gewöhnlichen Artgepräge auszeichnen, und dass hierdurch eine Entwicklung in fortschreitender Richtung bedingt wäre, indem die weniger gut ausgestatteten Individuen zu Grunde gingen, während die besseren überlebten: natürliche Auswahl (*natural selection*). Ob eine derartige Auswahl überhaupt in der Natur vorkommt, erscheint aber keineswegs gesichert, und jedenfalls giebt es bei den Thieren eine grosse Menge von Charakteren, welche als unnütz oder gleichgültig nicht durch die Annahme einer Auswahl verständlich gemacht werden können. Neben der natürlichen Auswahl erkennt Darwin übrigens auch eine mehr directe Einwirkung der umgebenden Verhältnisse als Ursache der Umänderung an. Diese ganze Frage erscheint aber noch zu weit von ihrer Lösung entfernt, als dass sie in einem Lehrbuche wie dem vorliegenden näher behandelt werden könnte.

Der Weg, den die Entwicklung gegangen ist und geht, ist wahrscheinlich folgender: Die Bildung von Varietäten ist die erste Stufe; wenn eine Art sich über ein grosses Gebiet verbreitet hat, entwickelt sie sich an verschiedenen Stellen etwas verschieden; die gebildeten Varietäten[1]) sondern sich unter günstigen Umständen schärfer, werden zu getrennten Arten. Eine Art entwickelt sich zum Typus einer neuen Gattung, wenn die Unterschiede derselben und der anderen Arten derselben Gattung schärfer markirt werden, z. B. dadurch, dass sie sich an besondere Lebensverhältnisse anpasst; unter Anpassung an ein pflanzenfressendes und grabendes Leben hat sich z. B. wahrscheinlich die Dachs-Gattung aus der Marder-Gattung entwickelt. Eine auf diese Weise gebildete Gattungsform kann sich nachher in mehrere Arten theilen. Bei immer weiter gehender Entwicklung und Häufung von Unterschieden können neue Familientypen, Ordnungstypen u. s. w. entstanden sein. Jeder solche neue Typus ist anfänglich nur eine besonders ausgezeichnete Art gewesen, aber diese Art kann sich dann später in mehrere gespalten haben, welche wieder den Ausgangspunkt für neue Gattungen u. s. w. abgegeben haben können. Nach dieser Darstellung sollte man meinen, dass die Grenze der verschiedenen Gattungen, Familien etc. überall unbestimmt wäre; und an vielen Stellen ist dies wirklich auch der Fall, an vielen Stellen ist es eigentlich willkürlich, ob man eine oder mehrere ausgezeichnete Arten für eine besondere Gattung oder nicht rechnen, oder ob man eine Gattung als den Typus einer besonderen Familie oder nicht betrachten will. An anderen Stellen sind dagegen die Grenzen schärfer, indem viele Arten, Gattungen etc., welche die Grenzen verwischten, im Laufe der Zeit ausgestorben sind (vergl. Abschn. VIII).

Homologie, Analogie. Bei der allmählichen Umbildung der Thierformen im Laufe der Zeiten haben sich die einzelnen Theile des Organismus oft sehr stark verändert, ja ein Organ hat sogar nicht selten seine

---

1) Durch Ueberführung von Arten in neue Localitäten hat man wirklich in mehreren Fällen neue Varietäten erzeugt.

ursprüngliche Function verloren und eine neue übernommen. Organe oder Körpertheile, welche auf einen gemeinsamen Ursprung zurückgeführt werden können, mag die Function dieselbe oder eine verschiedene sein, werden als homolog bezeichnet: der Arm eines Menschen ist dem Vorderbein eines Hundes und dem Flügel eines Vogels homolog, obgleich die Function in allen Fällen eine verschiedene ist. Andererseits kommt es häufig vor, dass die gleiche Function bei einem Thiere von einem Organ, bei einem anderen von einem anderen Organ übernommen ist: derartige, nach ihrem Ursprung verschiedene, nach ihrer Function gleichwerthige Theile werden als analog bezeichnet: das Auge der Wirbelthiere ist z. B. dem der Schnecken analog. Derjenige Theil der Wissenschaft, dem es als besondere Aufgabe obliegt, den Homologien nachzuspüren und die Umwandlungen der Organe darzustellen, wird als vergleichende Anatomie bezeichnet; mit der Embryologie zusammen bildet sie die Morphologie der Thiere. Dieser gegenüber ist es die Aufgabe der Physiologie, die Functionen der Organe zu studiren.

VI. Biologie.

Die Biologie (in engerem Sinne)[1] behandelt die Lebensweise der Thiere, ihr Verhältniss zur umgebenden Natur etc. Verschiedene biologische Fragen sind schon gelegentlich bei den Organen und bei der Entwicklungsgeschichte behandelt; wir betrachten im Folgenden einige andere von allgemeinerem Interesse.

1. Die Vertheilung der Thierwelt auf der Erdoberfläche.

Nach den verschiedenen Verhältnissen der Umgebung ist die Thierwelt sehr verschiedenartig entwickelt; gewisse Gruppen leben besonders unter diesen, andere unter jenen Verhältnissen; Mitglieder derselben Abtheilung, welche sich unter ungleichen äusseren Verhältnissen befinden, sind in mehr oder weniger enger Anpassung an die Umgebung verschieden ausgebildet. Andererseits können gemeinsame äussere Verhältnisse oft den Mitgliedern verschiedener Abtheilungen, welche in denselben leben, in gewissen Richtungen ein gemeinsames Gepräge aufdrücken (Fische, Wale).

Ausgeprägte **Landthier**-Gruppen sind die Säugethiere, Vögel, Reptilien, Insekten, Spinnenthiere und Tausendfüssler, weniger ausgeprägt die Lurche, welche halbwegs Wasserthiere sind. Ausserdem hat eine Anzahl Formen aus Gruppen, die übrigens wesentlich dem Meere angehören, sich dem Landleben angepasst, vor allem die grosse Abtheilung der Lungenschnecken, nicht wenige Krebsthiere, einige Gliederwürmer (Regenwürmer, Egel), einzelne Plattwürmer etc. Ein gemeinsamer Charakter der Landthiere besteht darin,

---

1) Die Biologie in weiterem Sinne umfasst die ganze Wissenschaft von den Organismen, also die ganze Zoologie und Botanik.

dass sie, soweit sie mit besonderen Athmungswerkzeugen ausgestattet sind, fast immer vermittels Lungen oder lungenähnlicher Organe athmen. — Nach dem verschiedenen Charakter der Landschaft, des Erdbodens und des davon sehr abhängigen Pflanzenlebens ist auch die Thierwelt, die Fauna, in verschiedener Weise entwickelt; die Arten, Gattungen, ja sogar Familien, die man z. B. im Walde findet, sind theilweise andere als diejenigen, welche in waldlosen Landstrichen angetroffen werden, so dass man von einer Waldfauna, Steppenfauna, Gebirgsfauna etc. reden kann.

Das Thierleben des **Süsswassers** hat ein verhältnissmässig wenig charakteristisches Gepräge; von den grösseren Abtheilungen giebt es kaum eine, welche als ein besonderer Süsswassertypus bezeichnet werden könnte; das Thierleben der süssen Gewässer ist vielmehr wesentlich aus Formen zusammengesetzt, welche theils ausgeprägten Landthiertypen, theils Meerestypen angehören; es bekommt dadurch ein eigenthümliches geborgtes und gemischtes Gepräge. Den Landthieren sind die zahlreichen Lungenschnecken, Insekten und Spinnenthiere entlehnt, welche im Süsswasser leben; aus den Abtheilungen der Säugethiere und Vögel hat das Thierleben des Landes an das Süsswasser gar keine ständigen Bewohner abgegeben, wenn auch nicht wenige Formen der genannten Gruppen hin und wieder oder sogar überwiegend sich im Süsswasser aufhalten; die Reptilien haben eine nicht geringe Anzahl Formen geliefert, welche jedoch grösstentheils hin und wieder aufs Land gehen (Krokodile, Schildkröten etc.). Die Lurche sind als Larven fast alle Süsswasserthiere; viele trifft man auch im erwachsenen Zustande häufig oder immer im Süsswasser. Vom Meere hat das Süsswasser empfangen: zahlreiche Fische (ganze Familien gehören fast ausschliesslich dem Süsswasser an), eine Anzahl Kiemenschnecken, Muscheln, Krebsthiere, Borstenwürmer, Bryozoën, Plattwürmer, einzelne Cölenteraten, nicht wenige Rhizopoden etc.; ganz wenige Säugethiere aus einer als Meerestypus speciell ausgebildeten Ordnung (den Walen) leben im Süsswasser. Die Egel, die Räderthiere und die Infusionsthierchen, Abtheilungen, welche sowohl im Süsswasser wie im Meere leben, sind im Süsswasser so reich vertreten, dass sie vielleicht als Süsswassertypen aufzufassen sind. Die Modificationen, welche die Land- oder Meeresformen beim Uebergang ins Süsswasser erlitten haben, sind gewöhnlich nicht sehr bedeutend; die Landthierformen bleiben gewöhnlich luftathmend, und die Umbildung beschränkt sich wesentlich auf das, was durch die gewöhnlich eintretende Veränderung der Bewegungsweise nothwendig bedingt ist; auch für die Meeresformen sind die Umänderungen in der Regel ziemlich unwesentlich [1]).

Ausgeprägte **Meeresthier**-Gruppen sind die Classe der Fische, der Kreis der Weichthiere, die Krebsthiere, Gliederwürmer, Bryozoën, Brachiopoden, Plattwürmer, Stachelhäuter, Cölenteraten, Schwämme, Rhizopoden und Radiolarien; von diesen gehören sogar die Brachiopoden, Stachelhäuter und Radiolarien ausschliesslich, die Cölenteraten und Schwämme mit wenigen Ausnahmen dem Meere an. — Von dem Landthierleben hat das Meer

1) Es ist jedoch charakteristisch, dass manchen Süsswasserthieren ein frei schwimmendes Larvenstadium abgeht, während ihre Verwandten im Meere ein solches besitzen (Flusskrebs, Muscheln, Oligochäten).

grosse Beiträge empfangen, namentlich von Wirbelthieren. Zwei Ordnungen der Säugethiere, die Wale und Sirenen, erstere mit zahlreichen Gattungen und Arten, haben sich völlig dem Meeresleben angepasst, und ihr Bau hat dementsprechend bedeutende Modificationen erlitten; eine dritte Säugethierordnung, die Seehunde, sind ebenfalls ausgeprägte Meeresthiere, wenn sie auch zur Fortpflanzung etc. aufs Land gehen. Auch die Reptilien haben zu dem Thierleben des Meeres einiges beigesteuert (Seeschlangen, Seeschildkröten). Unter den Vögeln giebt es keine, welche ausschliessliche Meeresthiere geworden sind, wenn auch manche sich mehr oder weniger innig an das Meer gebunden haben (am innigsten die Pinguine, ferner viele andere Schwimmvögel). Unter den jetzt lebenden Lurchen giebt es gar keine Meeresformen. Von den Spinnenthieren leben nur wenige, von den Insekten fast gar keine im Meere. — Aehnlich wie die Landthiere ist auch die Meeresfauna nach den sehr verschiedenartigen Verhältnissen, welche sich im Meere finden, nach dem ungleichen Charakter des Bodens, nach der Tiefe etc. verschieden entwickelt: im Küstengebiet ist die Fauna eine andere als auf grösserer Tiefe, hier wiederum nach der Bodenart verschieden etc. Von durchgreifender Bedeutung ist auch die Grösse des Salzgehaltes, und zwar derart, dass ein grösserer Salzgehalt im Allgemeinen dem Thierleben günstiger ist, namentlich einen grösseren Artenreichthum bedingt (an Individuen können auch salzarme Gewässer reich sein).

Letzteres wird sehr deutlich illustrirt, wenn wir die Verhältnisse des salzreichen Kattegatts mit denen der salzärmeren westlichen Ostsee und der fast brackischen östlichen Ostsee vergleichen. Im Kattegatt lebt eine ziemlich reiche Fauna, welche aber schon am nördlichen Ende des Sundes, wo der Salzgehalt ein geringerer ist, ein etwas kümmerlicheres Gepräge erhält: die meisten Arten, welche im Kattegatt leben, werden zwar auch hier angetroffen, z. Th. aber in kleineren Exemplaren und geringerer Anzahl. Südlicher im Sund sowie im ganzen westlichen Theil der Ostsee (südlich von den dänischen Inseln) sind sehr viele der Kattegattsformen verschwunden, andere zwar vorhanden, aber in zwerghaften oder (für die Weichthiere) dünnschaligeren Exemplaren. Endlich finden wir nur einen Bruchtheil der Fauna der westlichen Ostsee in der sehr salzarmen östlichen Ostsee, und dies gilt auch von denjenigen Partien der letzteren (südlich von Schweden), welche hinsichtlich des Klimas von der westlichen nicht wesentlich verschieden sind.

Einige Süsswasserthiere (Hecht, Barsch etc.) können auch in schwach salzigem Wasser an der Küste leben, und andererseits können gewisse Meeresthiere im Süsswasser vorkommen (Flunder [*Pleuronectes flesus*]). Auch gehen einige Fische zum Laichen entweder aus dem Süsswasser ins Meer (Aal) oder umgekehrt (Maifisch, Lachs, Stör etc.). — Auf die meisten Süsswasserthiere wirkt die plötzliche Ueberführung in Seewasser als Gift, und ähnlich verhalten sich auch die meisten Meeresthiere dem Süsswasser gegenüber; dagegen ertragen viele bis zu einem gewissen Grade eine allmähliche Versalzung, resp. Versüssung des Wassers.

Auf die Vertheilung der Thiere auf der Erde hat offenbar die Temperatur einen grossen Einfluss. Namentlich ist dies für die Landthierfauna sehr augenfällig, welche unter übrigens gleichen Verhältnissen weit reicher in den heissen als in den kälteren Erdstrichen entwickelt, in den kältesten sogar fast völlig erloschen oder wenigstens auf ein Minimum herabgedrückt ist. Dies beruht nicht nur

darauf, dass eine höhere Temperatur den Thieren im Allgemeinen günstig ist, sondern auch auf der Abhängigkeit der Thierwelt von der Pflanzenwelt, welch letztere von der Temperatur sehr beeinflusst wird. Bei dem Umstande, dass die Temperatur des Meereswassers nicht annähernd so tief sinkt wie die der Luft, können dagegen auch die *Meere* der kältesten Gegenden eine reiche Thierwelt beherbergen, wenn letztere auch nicht mit derjenigen der heissen Meere wetteifern kann.

Während wir oben die allgemeineren Erscheinungen der Vertheilung der Thiere behandelt haben, wollen wir im Folgenden einige speciellere Anpassungsverhältnisse betrachten.

Dunkelfauna. Die „unterirdischen", völlig dunklen Höhlen, welche in den Gebirgen verschiedener Theile der Erde vorkommen, und die in denselben befindlichen Gewässer beherbergen eine eigenthümliche kleine Thierwelt. Die meisten der an diesen Stellen lebenden Thiere besitzen im Gegensatz zu ihren im Tageslicht lebenden Verwandten sehr *rückgebildete Sehorgane* oder entbehren solcher völlig; häufig ist ihre Haut pigmentlos. Als charakteristisches Höhlenthier kann der blinde, blasse Olm der Krainer Höhlen angeführt werden; zur Höhlenfauna gehören ferner einzelne Fische, verschiedene Krebsthiere, Insekten, Spinnenthiere. Uebrigens sind nicht alle Höhlenthiere blind; einige haben die Augen behalten, sind somit weniger vollständig dem Dunkelleben angepasst.

Aehnlich wie die Höhlenthiere verhalten sich diejenigen Thiere, welche in der Erde grabend leben und welche nur selten oder in finsterer Nacht an die Oberfläche kommen; auch bei solchen können die Augen mehr oder weniger rückgebildet sein (Maulwurf).

Einen ähnlichen Charakter wie die Höhlenfauna hat auch das reiche Thierleben der **Tiefsee**, wohin ebenfalls das Tageslicht nicht zu dringen im Stande ist. Die Tiefseethiere sind nicht selten fast pigmentlos, und häufig sind sie mit sehr rückgebildeten Augen versehen oder gar völlig augenlos, selbst wenn sie Abtheilungen angehören, deren Mitglieder sonst mit wohlentwickelten Sehorganen ausgestattet sind (verschiedene Tiefseekrebse und -Fische). Andere Formen der Tiefsee sind aber sogar mit wohlentwickelten Augen versehen, was namentlich von der Mehrzahl der Fische gilt, welche als der Tiefsee angehörig aufgeführt worden sind[1]). Viele der Tiefseefische besitzen Leuchtvermögen. Unter den Tiefseethieren giebt es manche, welche nur entferntere Verwandte anderswo haben: gestielte Seelilien, eigenthümliche Seeigel und Krebsthiere, Glasschwämme etc., so dass diese Fauna auch dadurch ein sehr eigenthümliches Gepräge bekommt.

Noch weit eigenthümlicher ist die Thierwelt, welche auf offenem Meer in bedeutendem Abstand vom Lande schwimmend lebt, die sogenannte **pelagische Fauna.** Dieselbe umfasst theils eine Anzahl Thiergruppen, welche entweder gar nicht oder nur ausnahmsweise in die Nähe der Küste gelangen und überhaupt anderswo nicht vorkommen: die Radiolarien und gewisse kleinere Protozoënabtheilungen, die Siphonophoren, Leuchtkrebse (Euphausien), Flossenfüssler (Pteropoden), Kiel-

1) Es ist aber für manche derselben zweifelhaft, ob sie in der Nähe des Meeresbodens oder nicht etwa weit näher der Oberfläche leben und vom Schleppnetze aufgefangen wurden, während dieses vom Boden des Meeres an die Oberfläche gezogen wurde.

füssler (Heteropoden) und Salpen; theils eine Menge Formen, deren nahe Verwandte dem Lande näher leben; endlich eine ungeheure Anzahl Larven, welche Formen angehören, die als Erwachsene am Boden des Meeres sich aufhalten. Was aber die pelagische Thierwelt besonders auszeichnet, ist nicht so sehr die Thatsache, dass eine Anzahl Gruppen, wie eben bemerkt, ihr allein zukommen, als vielmehr der Umstand, dass das pelagische Leben den Mitgliedern der verschiedenen dort lebenden Abtheilungen gewisse gemeinsame Charaktere aufdrückt, welche übrigens bei einigen Formen weniger, bei anderen stärker ausgeprägt sind. Es ist namentlich eine unverkennbare Tendenz nach der Richtung vorhanden, dass die betreffenden Thiere derartig gebaut werden, dass sie sich mit grösstmöglicher Leichtigkeit in der Schwebe erhalten können. Dieses wird in einigen Fällen dadurch erreicht, dass das Thier so zu sagen wassersüchtig wird, in seine Gewebe bedeutende Wassermengen aufnimmt, so dass sein specifisches Gewicht nur wenig grösser als dasjenige des Wassers wird; derartige Thiere erhalten ein gallertiges Aussehen (Medusen, manche Flossen- und Kielfüssler, die Salpen). In anderen Fällen wird dasselbe dadurch erreicht, dass die Oberfläche des Thieres sich vergrössert, entweder indem der Körper abgeplattet wird, oder durch Verlängerung der Gliedmaassen, durch Ausbildung langer Stacheln etc. (manche Krebsthiere und Larven von Krebsen, junge Fische). In beiden Fällen findet man, dass die zur Bewegung des Thieres dienende Musculatur gleichzeitig rückgebildet wird; zuweilen geht diese Rückbildung so weit, dass die betreffenden Thiere ungemein muskelarm werden und nur einer beschränkten activen Bewegung fähig sind; in anderen Fällen sind sie trotz der schwächeren Musculatur dennoch gute oder sogar ausgezeichnete Schwimmer, indem der Körper fast ohne Muskelanstrengung sich im Wasser schwebend erhält. Für die Mehrzahl der pelagischen Thiere ist ferner eine grosse Durchsichtigkeit des Körpers charakteristisch. Manche pelagische Thiere besitzen ausgebildetere Sehorgane als die Mehrzahl ihrer Verwandten (das ist z. B. bei gewissen pelagischen Borstenwürmern der Fall); andere besitzen im Gegentheil rückgebildete Sehorgane. Letzteres erklärt sich daraus, dass ein grosser Theil der pelagischen Fauna nur des Nachts an der Oberfläche des Meeres erscheint, den Tag über sich dagegen in tieferen Wasserschichten aufhält.

Manche Thiere bleiben das ganze Leben hindurch in der Nähe der Stelle, wo sie geboren sind; andere streifen weiter umher, um Nahrung zu suchen u. s. w. Wieder andere unternehmen längere Wanderungen, gewöhnlich in grossen Schaaren.

Diese Wanderungen haben vielfach einen mehr zufälligen und unregelmässigen Charakter. Ungünstige Verhältnisse an den gewöhnlichen Heimathsorten der betreffenden Art, z. B. Mangel an Nahrung oder Wasser, veranlassen die Thiere aufzubrechen und eine neue Heimath aufzusuchen; die Wanderungen der Heuschrecken, der Steppenhühner und Lemminge sind in solchen Ursachen begründet. Derartige Wanderungen haben nur selten die Folge, dass das Gebiet einer Thierform vergrössert wird; nach kurzer Zeit verschwinden sie wieder von den neuen Orten.

Einen weit gesetzmässigeren Charakter haben dagegen die Wanderungen, welche namentlich manche Fische und Vögel alljähr-

lich unternehmen: zu einer Zeit des Jahres halten sie sich an einem, zu einer anderen Zeit an einem anderen Ort auf, von welchem sie dann zum ersteren wieder zurückkehren etc. Bei manchen Fischen sind diese Wanderungen darin begründet, dass die Thiere sich zu einer bestimmten Jahreszeit passende Brutplätze aufsuchen, während der Zug der nordischen Vögel nach Süden wesentlich daraus sich erklärt, dass sie im Winter nicht hinlänglich Nahrung in ihrer Sommerheimath finden. Vergl. des Näheren bei den betreffenden Gruppen.

2. Ueber die verschiedene Art der Nahrung und ihr Verhältniss zur Gestaltung des Körpers. — Parasitismus.

Die Nahrung der Thiere ist von sehr verschiedener Art. Sie kann vegetabilisch sein, d. h. aus lebendigen oder todten Pflanzen bestehen, sie kann animalisch sein, aus lebenden Thieren oder Aas bestehen u. s. w. Einige Thiere verzehren sehr verschiedene Dinge, sowohl animalischer wie vegetabilischer Natur, während andere auf ein sehr enges Gebiet, z. B. auf ganz wenige Pflanzenarten, angewiesen sind; einige ernähren sich von Organismen von verhältnissmässig sehr geringer Grösse, andere verzehren dagegen Thiere, die grösser sind als sie selbst etc.

In sehr vielen Fällen zeigt es sich deutlich, dass die Art der Nahrung von durchgreifendem Einfluss auf den Bau des Thieres ist. Dieser Einfluss spricht sich zunächst in der Gestalt des Darmkanals aus. Unter verwandten Thieren ist z. B. die Länge des Darmkanals bei Pflanzenfressern meistens bedeutender als bei Thieren, welche sich von animalischen Stoffen ernähren: innerhalb der Säugethiere ist der Darmkanal z. B. weit länger bei den pflanzenfressenden Wiederkäuern als bei den Raubthieren. Mancherlei andere Verschiedenheiten des Darmkanals lassen sich ebenfalls aus der Verschiedenartigkeit des Futters ableiten. Besonders gilt dies auch von den in der Mundhöhle angebrachten, zur Zerkleinerung und zum Festhalten der Nahrung dienenden festen Gebilden, z. B. den Zähnen der Wirbelthiere. Innerhalb der Säugethiere ist dies in ausgezeichneter Weise zu erkennen: man vergleiche z. B. die Zähne einer Katze mit denen eines Pferdes oder selbst die Zähne verschiedener Raubthiere (Katze, Hund, Bär etc.) mit einander. Indem die Ausbildung und Verwendung der Zähne wieder z. B. auf den Bau des Schädels einwirkt, erstreckt sich der Einfluss der Nahrung mittelbar auch auf andere Organsysteme.

Die Art der Nahrung wirkt ferner häufig auf die Bewegungsorgane und die ganze äussere Körpergestalt ein. Sehr deutlich kommt dies bei den Insekten zum Vorschein: man vergleiche die schlanken, mit gestreckten Beinen ausgestatteten, nach ihrer Beute lebhaft umherlaufenden Larven der Laufkäfer mit den madenartigen, mit rudimentären Beinen ausgestatteten oder ganz beinlosen Holz- und Rüsselkäferlarven, welche inmitten ihrer in reichster Fülle vorhandenen Nahrung leben. Häufig erhalten ferner die Gliedmaassen der räuberisch lebenden Thiere die Nebenverrichtung, als Greifwerkzeuge zu fungiren, und werden dementsprechend umgebildet. — In ähnlicher Weise wie auf die Gliedmaassen wirkt auch die Art und namentlich die mehr oder weniger leichte Beschaffbarkeit der Nahrung auf die Sinnesorgane, besonders die Augen ein: Raubthiere besitzen öfters

grosse, gut ausgebildete Augen, während Pflanzenfresser, deren Nahrung in Fülle gegeben ist, kleinere oder gar rückgebildete Augen besitzen; auch hierfür bieten die Insekten charakteristische Beispiele dar.

Es ist hiermit nicht gesagt, dass die Bewegungs- und Sinnesorgane bei Pflanzenfressern, deren Nahrung reichlich vorhanden ist, immer schlecht ausgebildet sind. Unter den Säugethieren giebt es z. B. zahlreiche Pflanzenfresser, welche an Ausbildung der Bewegungs- und Sinnesorgane gegen die Raubthiere nicht zurückstehen (Hirsche, Antilopen etc.); in diesen Fällen ist die gute Ausbildung der betreffenden Theile ein Mittel, den Verfolgungen von Raubthieren zu entgehen.

Der unmittelbare und mittelbare Einfluss der Ernährungsverhältnisse tritt nirgends deutlicher als bei einer Betrachtung der **Parasiten** hervor. Als Parasiten oder Schmarotzer bezeichnet man diejenigen Thiere, welche sich auf oder in anderen lebenden Thieren aufhalten und auf deren Kosten ernähren. Die von den Parasiten bewohnten Thiere werden als die Wirthe derselben bezeichnet; jene ernähren sich entweder von Theilen des Körpers des Wirths (z. B. vom Blut desselben) oder von der vom Wirthe aufgenommenen und aufgelösten Nahrung (letzteres ist z. B. bei den Bandwürmern der Fall). Die Schmarotzer sind theils temporäre, theils stationäre; die ersteren (z. B. die Bettwanze) halten sich nicht ununterbrochen am Körper des Wirths auf, sondern leben abwechselnd auf dem Wirthe und frei, indem sie jenen wesentlich der Ernährung wegen aufsuchen, während die stationären Parasiten auf oder in ihm dauernd Aufenthalt nehmen. Je nachdem die Schmarotzer sich an der äusseren Oberfläche oder in den inneren Theilen des Wirths aufhalten, nennt man sie Ektoparasiten (Aussenschmarotzer) und Endoparasiten (Binnenschmarotzer); eine scharfe Grenze ist übrigens zwischen diesen beiden Gruppen schon aus dem Grunde nicht zu ziehen, weil die Grenze zwischen „inneren" und „äusseren" Theilen bekanntlich keine scharfe ist. Die Schmarotzer verbringen zum grossen Theil nicht ihr ganzes Leben als solche, sondern führen in einem oder dem anderen Abschnitt desselben ein vom Wirth unabhängiges Dasein; einige sind z. B. in der Jugend Schmarotzer, als Erwachsene freilebend (die Bremen), während andere umgekehrt als Junge ein freies Leben führen und späterhin Schmarotzer werden (schmarotzende Krebse). Sehr charakteristisch ist nun die Einwirkung des Schmarotzerlebens auf den Bau der Parasiten. Verhältnissmässig gering ist sie vielfach bei den temporären Schmarotzern und bei denjenigen stationären Ektoparasiten, welche sich frei auf dem Körper des Wirths umherbewegen können, sehr bedeutend aber bei den meisten sesshaften stationären Ekto- und Endoparasiten. Der Umstand, dass die Nahrung in reicher Fülle vorhanden und unmittelbar zugänglich ist, übt seinen gewöhnlichen Einfluss: die Beweglichkeit wird verringert, es zeigt sich eine mehr oder weniger weitgehende Reduction der Gliedmaassen. Ferner werden die Sinnesorgane, z. B. die Augen, stark beeinflußt; die meisten stationären Parasiten, namentlich Endoparasiten, sind blind. Dagegen entwickeln sich sehr häufig Haftwerkzeuge in Form von Saugnäpfen, Haken etc., oder es werden gewisse Gliedmaassen zu diesem Zwecke umgebildet. — Auch auf den ganzen Lebensgang übt das Schmarotzerthum einen bestimmenden Einfluss. Eine natürliche Folge desselben ist es z. B., dass die Schmarotzer meistens Wanderungen vornehmen müssen, d. h. dass sie nicht ihren ganzen Lebenslauf, vom Ei bis zur eigenen Fortpflanzung, in demselben

Wirthe zurücklegen, sondern auf irgend einem Punkte ihres Lebens activ oder passiv in einen anderen übergeführt werden. Zu dieser einmaligen Wanderung des Schmarotzers gesellen sich oftmals weitere Wanderungen: manche Parasiten werden regelmässig als Ei in einem Wirthe oder im Freien erzeugt, verleben dann einige Zeit in einem anderen Wirth (dem Zwischenwirth) und erreichen endlich die Geschlechtsreife in einem dritten.

Die Parasiten gehören sehr verschiedenen Abtheilungen des Thierreichs an, es giebt jedoch gewisse grosse Gruppen, von welchen keine oder nur ganz einzelne Formen in dieser Richtung ausgebildet sind, unter den Wirbelthieren z. B. nur einzelne Fische; ebenso giebt es nur ganz wenige Weichthiere, Borstenwürmer, Cölenteraten und gar keine Stachelhäuter, welche in dieser Weise leben. Ein reiches Contingent liefern dagegen die Gliederfüssler, besonders die Krebsthiere; die schmarotzenden Gliederfüssler leben grösstentheils als Ektoparasiten, die Schmarotzerkrebse ausschliesslich auf (in) Wasserthieren, die übrigen parasitischen Gliederfüssler fast ebenso ausschliesslich auf oder in Landthieren. Weiter sind unter den Gliederwürmern ein grosser Theil der Egel Schmarotzer (temporäre Ektoparasiten); von den Rundwürmern leben die meisten als Schmarotzer und sind dann immer Endoparasiten, während die Plattwürmer, welche ebenfalls eine grosse Anzahl Schmarotzer liefern, theils als Endo-, theils als Ektoparasiten auftreten; die schmarotzenden Rund- und Plattwürmer werden häufig mit dem gemeinsamen Namen „Eingeweidewürmer" bezeichnet. Auch von den Protozoën leben viele (die Gregarinen, manche Infusionsthierchen) in dieser Weise. — Als Wirthe müssen zahlreiche verschiedene Thiere aller Hauptabtheilungen des Thierreichs dienen, ganz besonders jedoch die Wirbelthiere, welche meistens durch bedeutende Grösse, zusammengesetzten Bau und verhältnissmässig bedeutende Lebensdauer den Schmarotzern, inneren wie äusseren, einen vorzüglichen Tummelplatz darbieten. Manche Schmarotzerarten sind in Bezug auf die Wahl des Wirths sehr begrenzt; es leben z. B. einige immer nur bei einer Art, niemals bei anderen; andere sind auf wenige verwandte Formen angewiesen, andere haben wieder eine grössere, aber immer begrenzte Auswahl; es kann derselbe Schmarotzer z. B. nicht ohne Unterschied bei einem Fisch und bei einem Säugethier leben. Dagegen kommt es häufig vor, dass verschiedene Entwicklungstufen desselben Schmarotzers in Thieren von sehr verschiedener systematischer Stellung leben, die Kratzer z. B. als Junge in Gliederfüsslern, als Erwachsene in Wirbelthieren.

Einige Thiere bilden den Uebergang von Raubthieren zu temporären Schmarotzern, indem sie bald kleinere Thiere auffressen, bald als Blutsauger grösserer Thiere auftreten; dies ist z. B. bei gewissen Egeln der Fall. Andere Thiere — z. B. gewisse Fliegenlarven — leben sowohl als Aasfresser wie als Schmarotzer. — Weiter giebt es Thiere, welche insofern einen Uebergang zu den Schmarotzern darstellen, als sie sich zwar auf anderen Thieren aufhalten, jedoch ohne sich auf deren Kosten zu ernähren; höchstens nehmen sie an den Mahlzeiten derselben einen bescheidenen Antheil (Commensalen).

3. Die verschiedene Art der Ortsbewegung und ihr Verhältniss zum Bau des Thieres. Ueber festsitzende Thiere.

Die Art der Bewegung der Thiere ist bekanntlich eine sehr mannigfache. Viele, namentlich niedere Thiere (Würmer etc.) kriechen vermittels Zusammenziehungen der Musculatur der Leibeswand oder durch die Wimperbewegung der Körperoberfläche. Andere schwimmen, was ebenfalls sehr häufig durch Bewegungen des ganzen Körpers oder grösserer Abschnitte desselben ausgeführt wird; in anderen Fällen geschieht es jedoch vermittels Gliedmaassen. Die als Gang bezeichnete Bewegungsart ist dagegen an die Ausbildung von Gliedmaassen gebunden; eine eigenthümliche Form desselben ist das Laufen. Die Sprungbewegungen sind verschiedener Art; bei Wasserthieren können sie durch Schläge eines Theiles des Körpers gegen das Wasser stattfinden (bei den Zehnfüsslern unter den Krebsen); bei den Landthieren erfolgt eine Sprungbewegung meistens dadurch, dass gewisse Gliedmaassen mit Kraft vom Boden abgestossen werden. Die Flugbewegung findet immer vermittels besonders entwickelter Gliedmaassen statt, ebenso die als Graben und Klettern bekannten Bewegungsformen.

Jede der genannten Arten der Ortsbewegung, welche theilweise bei demselben Thiere combinirt sein können, kann nun mehr oder weniger tief in den Bau des Thieres eingreifen. Sehr deutlich tritt dies hervor, wenn wir verwandte Abtheilungen, welche typisch durch eine verschiedene Bewegungsart ausgezeichnet sind, mit einander vergleichen. Ein grosser Theil des besonders hervortretenden Unterschiedes der Fische und der höheren Wirbelthiere ist z. B. auf die Rechnung der verschiedenen Bewegungsart zu schreiben. Bei jenen sind die Gliedmaassen nur wenig entwickelt, die Musculatur des Rumpfes und des mächtigen Schwanzes dagegen um so mehr, was den Anforderungen der schwimmenden Lebensweise entspricht. Bei dem am meisten ausgeprägten Gangtypus der Wirbelthiere, den Säugethieren, finden wir den Schwanz rückgebildet, die Rumpf-Schwanzmusculatur ebenso, die Gliedmaassen dagegen stark ausgebildet. Dass dies Alles als eine Folge der veränderten Art der Bewegung aufzufassen ist, geht weiter daraus hervor, dass, wenn Säugethiere sich ausnahmsweise an ein schwimmendes Leben angepasst haben, sie wieder in einer ganz analogen Weise wie die Fische ausgebildet werden können. Dies ist eben bei den von landlebenden Säugethieren abzuleitenden Walen der Fall, deren Gliedmaassen durch das schwimmende Leben rückgebildet worden sind, während der Schwanz als mächtiges Bewegungsorgan sich entwickelte. In ähnlicher Weise ist der Unterschied einer Garneele und einer Krabbe grösstentheils davon abzuleiten, dass jene ein schwimmendes und springendes Thier ist, während letztere eine ausgeprägte Gangform ist. Vergl. auch verschiedene ausgeprägt grabende Thiere (Maulwurf, Maulwurfsgrille) mit ihren nächsten Verwandten. Uebrigens spricht sich keineswegs immer die Art der Bewegung so entschieden wie in den genannten Fällen im Baue aus; die Anpassung ist nicht immer so innig, die Ausbildung nicht immer so exclusiv wie bei jenen; man vergleiche z. B. mit den Walen andere schwimmende Säugethiere: Seehunde, Fischotter etc., oder mit dem Maulwurf und der Maulwurfsgrille andere grabende Thiere: Kaninchen, Mistkäfer.

Festsitzende Thiere. Obgleich das Vermögen, sich frei umher-

zubewegen, bekanntlich für die Thierwelt besonders charakteristisch ist, giebt es doch viele Thiere, welche, wenigstens den grössten Theil ihres Lebens, an eine Stelle gebunden sind. Dies geschieht meistens in der Weise, dass ein begrenzter Theil der Oberfläche des Thieres sich untrennbar mit einem fremden Gegenstand, einem Stein, einer todten Muschelschale, der Oberfläche eines anderen Thieres etc. verbindet; häufig ist es eine Cuticularabscheidung, welche die Verbindung bewerkstelligt. Manchmal, so bei vielen Borstenwürmern, ist die Verbindung des Thieres mit dem Fremdkörper eine weniger innige, indem sie lediglich durch ein vom Thiere gebildetes Gehäuse bewerkstelligt wird, welches mit dem Thiere nicht in directem Zusammenhang steht, ja oftmals sogar von demselben unter Umständen verlassen werden kann. Der Uebergang von den freilebenden zu den festsitzenden Thieren wird von solchen Formen gebildet, welche zwar einer Ortsbewegung fähig sind, aber meistens lange Zeit (Tage bis Jahre lang) auf derselben Stelle verharren, wie dies z. B. bei gewissen Schnecken, bei der Miessmuschel, dem Süsswasserpolypen u. a. der Fall ist.

Die nächstliegende und sehr natürliche Folge des Festsitzens ist die, dass die Organe der Ortsbewegung rückgebildet werden. Weiter finden wir ungemein häufig bei festsitzenden Thieren (bei Korallen, Hydroiden, Röhrenwürmern, Bryozoën, Brachiopoden etc.), dass der Mund von langen Fangarmen oder Tentakeln umgeben ist, welche geeignet sind, entweder zufällig in die Nähe kommende Thiere zu ergreifen oder vermittels des auf denselben vorhandenen Wimperbesatzes winzige Organismen in den Mund hineinzutreiben. Bei anderen festsitzenden Thieren (Vorticellen, Schwämmen, Austern) fehlen zwar Tentakel, es ist aber in anderer Weise dafür gesorgt, dass ein Wimperstrom kleine organische Theile den Verdauungswerkzeugen zuführt. — Die festsitzende Lebensweise ist ferner offenbar der Stockbildung besonders günstig; die allermeisten Thierstöcke, besonders diejenigen, welche eine baumförmige Gestalt haben, sind festsitzend.

4. Umgestaltende Einwirkung der Lebensverhältnisse.

Nachdem wir im Vorhergehenden eine Reihe verschiedener Formen der Anpassung an die äusseren Lebensverhältnisse kennen gelernt haben, gehen wir jetzt zu einer Betrachtung einiger Thatsachen über, welche den direct wirkenden Einfluss der Lebensverhältnisse auf den Organismus darlegen [1]).

Es gehört zu den sehr leicht zu beobachtenden Thatsachen, dass der stärkere Gebrauch eines Organs dasselbe, wenigstens in manchen Fällen, stärker ausbildet, während geringerer Gebrauch, resp. Nichtgebrauch eine relative Rückbildung zur Folge hat. Wir sehen dies für den Menschen z. B. einerseits in der kräftigeren Ausbildung der Arme derjenigen Personen, welche schwere Händearbeit zu verrichten haben, andererseits in der schwachen Ausbildung derselben Körpertheile bei Personen, deren Arbeit überwiegend geistiger Art ist. Aehnliche Thatsachen sind auch für die Hausthiere bekannt.

Man hat ferner in verschiedenen Fällen nachgewiesen, dass eine bestimmte, von der gewöhnlichen abweichende Nahrung einen um-

1) Das Gebiet gehört nicht zu den sehr durchgearbeiteten, so dass die folgenden Bemerkungen einen aphoristischen Charakter tragen müssen.

ändernden Einfluss auf die Farbe gewisser Vögel haben kann; eine bekannte lebhaft gelbrothe Abänderung des gewöhnlichen Kanarienvogels ist z. B. dadurch erzeugt worden, dass man den Vogel mit spanischem Pfeffer gefüttert hat. Durch Fütterung von Tauben mit Fleisch hat man erreicht, dass der Muskelmagen dem eines Raubvogels ähnlich (dünnwandig) wurde, während umgekehrt der Magen normal fleischfressender Vögel (Möven), welche gezwungen wurden, sich von Körnern zu ernähren, ein Aussehen wie bei den körnerfressenden Vögeln annahm.

Ueber den umgestaltenden Einfluss einer Aenderung des Salzgehaltes hat man sehr merkwürdige Erfahrungen gemacht. Einen in Salzseen lebenden Krebs, *Artemia salina*, einen nahen Verwandten des Süsswasserkrebses *Branchipus*, gelang es durch allmähliche Erhöhung des Salzgehaltes in eine andere Form umzubilden, welche als eigene, und zwar ausgeprägt verschiedene Art, *A. Milhausenii*, beschrieben war. Die Umänderung geschah allmählich durch mehrere Generationen, nicht unmittelbar an denselben Individuen. Umgekehrt wurde A. Milhausenii in die A. salina durch Züchtung in weniger salzhaltigem Wasser übergeführt. Ferner wurde Artemia salina, wenn das Wasser nach und nach süsser gemacht und schliesslich ganz süss wurde, allmählich in anderer Richtung umgebildet und zwar so, dass sie schliesslich die Charaktere der Gatt. *Branchipus* annahm.

Auch eine Aenderung der Beleuchtung kann auf die Thiere einwirken; die unter normalen Verhältnissen weissliche Höhlenform *Proteus* (Olm) wird z. B., dem Lichte ausgesetzt, gefleckt oder bräunlich: es entwickelt sich in seiner Haut ein sonst fehlendes Pigment. Wenn Stichlinge in ein Glas mit weissem Boden gesetzt werden, blassen sie im Laufe weniger Tage stark ab, und wenn sie 5—6 Wochen unter diesen Verhältnissen gehalten werden, stellt die dunkle Farbe sich nicht wieder ein, selbst wenn man sie in ein Glas mit dunklem Boden setzt [1]; ähnliche Erfahrungen hat man auch mit anderen Fischen gemacht. Für nicht wenige Schmetterlingsarten hat man gefunden, dass die Farbe der Puppe in wesentlichem Grade auf der Farbe des Hintergrundes beruht, auf welchem die Larve sich in den letzten Tagen vor der Verpuppung aufhält: hält sich die Larve auf einem hellen Hintergrund (z. B. einer hellen Mauer) auf, so wird die Puppe hell, und umgekehrt. In diesen wie in den anderen genannten Fällen hat man es offenbar mit einer Wirkung des Lichts auf die Haut des Thieres zu thun.

Bei den Schmetterlingen hat man auch merkwürdige Erfahrungen über die Einwirkung der Temperatur gemacht. Wenn man gewisse Puppen auf einer niedrigen Temperatur hält, wird die Farbe der ausgebildeten Schmetterlinge von der normalen abweichend.

Der vorhin erwähnte Saisondimorphismus ist wahrscheinlich ursprünglich durch die Einwirkung verschiedener Temperaturen auf die Puppen hervorgerufen; in der That hat es sich ergeben, dass wenn man die Sommerpuppen einer niedrigen Temperatur aussetzt, Exemplare erscheinen können, welche der Wintergeneration ähnlich sind.

In manchen Fällen übt die Ueberführung einer Thierform in eine neue Localität eine merkwürdige Einwirkung auf dieselbe aus, ohne

1) Die Aenderung beruht darauf, dass die Pigmentzellen (die Chromatophoren) der Haut stark an Grösse rückgebildet werden. Mit dieser dauernden Aenderung der Hautfarbe darf man den Farbenwechsel, welcher bei manchen Thieren (Tintenfischen, Chamäleon) gefunden wird, nicht verwechseln; letzterer beruht darauf, dass die Chromatophoren sich contrahiren, um sich jedoch bald nachher wieder zu erweitern.

dass die Ursache näher bestimmbar ist. Ein paar Beispiele werden dies erläutern. In den siebziger Jahren wurde eine kleine Anzahl wilder Truthühner auf eine kleine Insel bei Californien übergeführt; sie gediehen ausgezeichnet, und zehn Jahre später fanden sich zahlreiche Nachkommen derselben auf der Insel, das Gewicht der Exemplare war aber auf $^1/_3$ desjenigen der eingeführten Exemplare gesunken: im Laufe weniger Generationen hatte sich eine Zwergform ausgebildet. Ueberhaupt scheint das Leben auf Inseln zu einer geringen Grösse zu disponiren. Auch nach anderen Richtungen hat man bei Ueberführung von Thieren in neue Umgebungen Aenderungen eintreten sehen. Auf der Insel Porto Santo hat sich z. B. im Laufe der Zeiten eine eigenthümliche wilde Kaninchenform gebildet, welche als besondere Art erscheint, eine ausgeprägte besondere Farbenzeichnung etc. besitzt; dieselbe stammt von spanischen Kaninchen ab, welche vor 4—500 Jahren ausgesetzt wurden. Auf Neu-Seeland hat man vor etwa zwanzig Jahren Forellen eingeführt; ihre Nachkommen weichen jetzt in gewissen Charakteren des Kiemendeckels von den europäischen ab.

Sehr deutlich tritt die Einwirkung veränderter äusserer Verhältnisse auf den thierischen Organismus bei den Hausthieren hervor. Viele der bei den Hausthierrassen hervortretenden Eigenthümlichkeiten sind einfach Producte localer Verhältnisse, besonderer Nahrung etc.

Es ist hervorzuheben, dass die oben kurz angedeuteten Erscheinungen in ihrem Wesen meistens unverständlich sind. Dass die Artemia durch Ueberführung in Süsswasser eine Gestaltsänderung erleidet, dass sich beim Olm, wenn derselbe dem Licht ausgesetzt ist, Pigment entwickelt, ist beides einem wirklichen Verständniss entzogen. Die betreffenden Thatsachen sind aber deshalb von grösstem Werth, weil sie die in den vorhergehenden Paragraphen erwähnten Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Faunen, die Anpassung an verschiedene Nahrung, die Um- und Rückbildung der Schmarotzer etc. mit aller Wahrscheinlichkeit, wenigstens zum grossen Theil, als Wirkungen äusserer Ursachen erkennen lassen.

5. Ueber die Lebensperioden und die Lebensdauer der Thiere.

Im Leben der meisten Thiere lässt sich ungezwungen eine Reihe von Stadien unterscheiden. Das erste Stadium ist die Embryonalperiode, ein zweites ist das darauf folgende Jugendstadium, ein drittes die Periode der vollständigen Ausbildung, welcher sich endlich ein Stadium des Rückschrittes anreihen kann.

Die Embryonalperiode haben wir schon vorhin (S. 55) genügend charakterisirt. Das Jugendstadium erstreckt sich von der Geburt bis zu der Zeit, wo das Individuum geschlechtsreif wird (d. h. reife Eier oder reifen Samen erzeugt) und damit gewöhnlich ungefähr die definitive Grösse und Gestalt erreicht hat. Während des Stadiums des Erwachsenen bleibt der Organismus meistens ungefähr stationär, und dieses Stadium geht dann ganz allmählich in die senile Periode über, in welcher die Organe theilweise eine Rückbildung erleiden und weniger functionsfähig werden und damit auch die Kraft des ganzen Organismus abgeschwächt wird, so dass er leicht schädlichen äusseren Einwirkungen zum Opfer fällt. Das letztere Stadium ist wohl übrigens nur bei den höheren Wirbelthieren (Säugethieren und Vögeln) deutlich

nachgewiesen. Dass die verschiedenen Phasen des Lebens meistens keineswegs scharf begrenzt sind, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Innerhalb jedes Lebensjahres und innerhalb jedes Lebenstages finden wir ebenfalls sehr häufig regelmässige Perioden. Für jeden Tag kann man bei vielen Thieren eine Thätigkeits- und eine Ruheperiode unterscheiden. Manche Thiere schlafen während der letzteren: d. h. sie verfallen in einen eigenthümlichen bewusstlosen Zustand, in welchem die Thätigkeit der Organe überhaupt wesentlich herabgestimmt ist (Säugethiere, Vögel). Für die meisten dieser Thiere fällt die Ruheperiode auf die Nacht, die Activitätsperiode auf den Tag. Einige halten sich aber bekanntlich den Tag ruhig, während sie Abends oder Nachts in Thätigkeit sind (Nachtthiere).

Für sehr viele Thiere ist das Jahr ähnlich in zwei grosse Perioden getheilt, von welchen die eine der Activität, die andere der Ruhe gewidmet ist; während der ersteren können natürlich tägliche Thätigkeits- und Ruheperioden mit einander abwechseln. Dies tritt besonders bei Thieren der gemässigten und kalten Zone hervor, welche zum grossen Theil während des Winters durch die Kälte in einen Zustand der völligen Unthätigkeit versetzt werden, während dessen die Lebensthätigkeiten auf ein Minimum herabgedrückt werden (z. B. überwinternde Insekten). Manche Säugethiere (Bär, Siebenschläfer) verfallen während dieser Zeit in einen sogenannten Winterschlaf, einen Zustand, welcher dem gewöhnlichen Schlaf ähnlich ist, in dem jedoch die Charaktere des letzteren weit ausgeprägter hervortreten: die Bewusstlosigkeit ist tiefer, die Thätigkeit der Organe ausgesprochener herabgesetzt, die Körperwärme kann bis auf wenige Grade sinken. — Aehnliche Ruheperioden können bei tropischen Thieren während der trockenen Jahreszeit eintreten; und auch für gewisse einheimische Thiere kann die heisseste Sommerzeit einen Sommerschlaf hervorrufen (Regenwurm, Kriechthiere und Lurche).

Viele Thiere, namentlich der kälteren Klimate, haben alljährlich einmal eine Fortpflanzungsperiode, in welcher die Eier und der Samen reif werden, die Begattung stattfindet etc. (Brunst). Ausserhalb dieser Periode befinden sich die Eierstöcke und Hoden in einem Zustand der relativen Ruhe, und der Geschlechtstrieb ist erloschen. In den wärmeren Klimaten besteht eine solche Periodicität, wenigstens zum grossen Theil, nicht; viele Thiere, deren nächste Verwandte in der gemässigten Zone eine begrenzte Fortpflanzungsperiode haben, pflanzen sich dort zu jeder Jahreszeit fort. Auch ist hervorzuheben, dass die Periodicität für die Meeresthiere weniger als für die Landthiere ausgeprägt ist; bei einigen Meeresformen der nördlichen Klimate kann man zu jeder Jahreszeit reife Eier finden. Dieser Unterschied der Meeresfauna und der Landfauna hängt natürlich damit zusammen, dass die Temperaturdifferenzen des Meerwassers weit kleiner sind als die der Luft.

Der Tod, d. h. das dauernde Aufhören aller Lebenserscheinungen, tritt wohl meistens (sicher ist dies bei den höheren Thieren der Fall) in Folge der Functionsunfähigkeit eines für das Ganze unentbehrlichen

Organs ein. Wenn z. B. das Herz der Wirbelthiere authört sich zu contrahiren, so wird damit auch den übrigen Theilen des Körpers eine unentbehrliche Existenzbedingung entzogen, nämlich die Zufuhr mit Sauerstoff beladener Blutmassen, und alle Theile und Gewebe des Körpers sterben dann allmählich ab. Von einem Todesmoment kann man somit eigentlich nicht reden; wenn man einem Säugethier das Leben durch einen gewaltsamen Schlag auf den Kopf raubt, so hören die Herz- und die Athembewegungen allerdings fast augenblicklich auf, und man sagt, das Thier sei todt; manche der Gewebe bleiben aber noch viele Stunden am Leben, die Muskeln sind noch mehrere Stunden contractionsfähig etc.

Der Tod kann bekanntlich in jeder Lebensperiode eintreten; bei Formen mit einer sehr grossen Production von Eiern gehen sogar regelmässig die allermeisten Exemplare schon im Embryonal- oder im Jugendzustande zu Grunde, nur ein geringer Bruchtheil erreicht die Geschlechtsreife. Er erfolgt fast immer in Folge äusserer schädlicher Einwirkungen; die allermeisten Thiere enden wohl ihr Dasein, indem sie von anderen getödtet (und aufgefressen) werden; zahlreiche fallen krankheitserregenden Parasiten, namentlich aus dem Pflanzenreich (Bakterien, Pilzen), zum Opfer; wieder andere erliegen klimatischen Einflüssen etc. Ein Tod, lediglich durch normale innere Umstände des Organismus bedingt, findet wohl nicht häufig statt; selbst wenn ein Thier anscheinend an Altersschwäche stirbt, oder wenn dasselbe, wie es nicht selten der Fall ist, nach einmaliger Production und Abgabe von Eiern oder Samen regelmässig stirbt, so spielen vielleicht doch öfters äussere Umstände mit hinein.

Die Lebensdauer der Thiere, die Zeit, auf welche sich unter günstigen Umständen ihr Leben ausdehnen kann, ist bei verschiedenen Formen eine äusserst verschiedene; sie kann sich bei einigen regelmässig auf wenige Wochen oder noch weniger beschränken, bei anderen auf hundert Jahre und mehr ausgedehnt werden. Im Allgemeinen kann man die Regel aufstellen, dass innerhalb einer natürlichen Abtheilung die grösseren Arten länger leben als die kleineren, ebenso wie auch ihre Entwicklung längere Zeit beansprucht; der Elephant lebt über 100 Jahre, das Pferd sehr selten mehr als 30 Jahre, die Maus nur wenige Jahre; grössere Insekten leben öfters mehrere Jahre (der Maikäfer z. B. 4 Jahre), kleinere nur ein Jahr oder gar nur einen Bruchtheil eines Jahres. Bei einigen ist die Lebensdauer eine sehr bestimmte (z. B. bei den meisten Insekten, welche bald nach der Eiablage sterben), bei anderen eine unbestimmtere.

6. Die Schutzmittel der Thiere gegen Angriffe.

Bekanntlich sind die meisten Thiere den Angriffen anderer ausgesetzt; die Ursache ist gewöhnlich, dass der Angreifer das andere Thier als Nahrung verwenden will. In Anschluss hieran finden wir sehr häufig, daß die Thiere einem Angriffe nicht wehrlos gegenüberstehen, sondern dass sie in verschiedener Weise geschützt sind.

Die Schutzmittel sind in einigen Fällen offensiver Art: das angegriffene Thier hält den Angreifer dadurch fort, dass es selbst zum Angriff übergeht. Die Waffen, welche es bei der Vertheidigung benutzt, sind zuweilen solche, welche es unter anderen Verhältnissen als Angriffswaffen verwendet; ein Raubthier z. B., welches seine Beute mit

den Zähnen zu tödten pflegt, verwendet dieselben auch als Vertheidigungswaffen, wenn es angegriffen wird. Ueberhaupt werden viele Thiere den Angreifer activ durch jedes Mittel bekämpfen, welches zu ihrer Verfügung steht: Säugethiere mit starken Hufen schlagen mit denselben aus; sind sie mit starken Krallen versehen, so suchen sie die Haut des Angreifers zu zerfetzen; viele Insektenlarven geben einen stinkenden oder klebrigen Speichel von sich. Von besonderen Werkzeugen, welche als Vertheidigungswaffen verwendet werden, können angeführt werden: der Schwanzstachel gewisser Rochen, die Stinkdrüsen mancher Insekten und der Stinkthiere (*Mephitis*), deren übelriechendes Secret ausgespritzt wird und den Angreifer verjagt etc.

Andere Thiere suchen den Angreifer abzuschrecken: durch heftiges Schreien, durch Bewegungen, welche Furcht erregen, durch Sträuben der Federn oder Haare u. s. w.

Andere Schutzmittel sind rein defensiver Natur, und hier finden wir eine grosse Mannigfaltigkeit verschiedener Mittel. Manche Thiere suchen sich der Gefahr durch die Flucht zu entziehen, und manche schwache und vertheidigungslose Thiere sind mit hervorragendem Vermögen in dieser Richtung ausgestattet (z. B. Antilopen). Andere helfen sich durch Verkriechen. Viele sind im Stande, dem Angreifer durch eine besonders entwickelte schützende Hautdecke (eine stachlige Haut, einen festen Panzer) zu widerstehen. Nicht wenige Insekten zeichnen



Fig. 43.



Fig. 44.

Fig. 43. Zwei Exemplare einer *Kallima*, welche mit zusammengeklappten Flügeln zwischen welken Blättern dasitzen. — Nach Wallace.

Fig. 44. Zwei Spannerraupen (*Geometra betularia*).

sich dadurch aus, dass sie einen widrigen Geruch oder Geschmack haben, und halten dadurch den Angreifer fern. Sehr viele Thiere sind dadurch geschützt, dass sie in der Umgebung, wo sie sich bewegen oder wo sie sich zur Ruhe setzen, schwierig zu sehen sind; manche Thiere sind z. B. durch ihre grüne Farbe schwer von den Pflanzen zu unterscheiden, auf welchen sie leben, nicht wenige werden weiter noch dadurch verborgen, dass die Flügel oder andere Theile blattähnlich sind. Die täuschendste Aehnlichkeit mit den Umgebungen findet man vielleicht bei gewissen indischen Tagfaltern (*Kallima*), welche, wenn sie ruhig mit

zusammengeklappten Flügeln dasitzen, ganz einem welken Blatt ähnlich sind, und welche sich eben auch auf Bäumen und Sträuchern mit dürrem Laub niederlassen, wo sie denn kaum zu entdecken sind. Von einheimischen Schmetterlingen bietet ein Spinner (*Gastropacha quercifolia*) ebenfalls eine bedeutende Aehnlichkeit mit welken Blättern dar. Andere Insekten sind in der Ruhe dürren Aesten ähnlich, z. B. gewisse einheimische Spannerraupen (Fig. 44), welche an Aesten unbeweglich ausgestreckt, mit ihrem Hinterende festgeheftet sitzen.

Besonders merkwürdig erscheint es, dass gewisse Thiere dadurch einen Schutz erreichen, dass sie in ihrem Aeusseren Thieren ähnlich sind, welche aus irgend einer Ursache einem Angreifer unangenehm sind und deshalb von ihm in Frieden gelassen werden („Mimicry"). In Südamerika lebt z. B. eine Gruppe von Schmetterlingen (die Heliconiden), schlechte Flieger mit augenfälligen Farben, aber mit einem sehr unangenehmen Geruch, weshalb sie von den Vögeln verschmäht werden; gewisse andere Schmetterlinge, welche mit ihnen zusammen leben, welche aber diesen Geruch nicht besitzen, sind denselben in der Form und Farbe der Flügel auffallend ähnlich und dadurch gegen die Angriffe der Vögel geschützt. Nicht wenige Schmetterlinge (Glasflügler), von welchen auch in Deutschland Arten leben, haben in ihrem Aeusseren eine bedeutende Aehnlichkeit mit Aderflüglern, welche durch den Besitz eines Stachels geschützt sind.

7. Die Widerstandsfähigkeit der Thiere gegen gewisse ungünstige äussere Verhältnisse.

Die meisten kaltblütigen Thiere halten ein bedeutendes Sinken der Körpertemperatur gut aus; solange die Körperflüssigkeiten nicht frieren, bleibt das Thier in der Regel am Leben, und bei manchen Thieren kann die Körperwärme mehrere Grade unter den 0-Punkt sinken, ohne dass das Wasser in den Geweben friert. Für einzelne Thiere wird sogar angegeben, dass sie, nachdem sie durch und durch zu Eis gefroren waren, nachher wieder auflebten; in der Regel wird aber die durch das Frieren der Körperflüssigkeit verursachte Zerstörung so gross sein, dass das Thier nicht mehr leben kann. In eingetrocknetem Zustande können gewisse Thiere ein Sinken der Temperatur um viele Grade unter den 0-Punkt vertragen; man hat z. B. kleine eingetrocknete Rundwürmer einer Temperatur von ÷ 19° ausgesetzt, und sie lebten nachher wieder auf. Nicht wenige Thiere sind noch bei einer Temperatur von c. 0° in lebhafter Bewegung, andere sind dagegen bei einer so niedrigen Temperatur matt und abgestumpft, und manche Thiere werden es schon lange, ehe dieselbe so tief gesunken ist. — Auch die warmblütigen Wirbelthiere, deren Körperwärme unter normalen Verhältnissen ungefähr constant ist, können eine nicht geringe Erniedrigung derselben vertragen; aber schon lange, bevor dieselbe auf den Gefrierpunkt gesunken ist, stirbt das Thier (das Kaninchen, dessen Körperwärme normal 31—32° C. ist, stirbt, wenn dieselbe auf 15° sinkt). Nur die Winterschläfer machen hiervon eine Ausnahme; bei ihnen kann die Körperwärme bis auf wenige Grade über dem Gefrierpunkt sinken, ohne dass das Leben gefährdet wird.

Sehr häufig besitzen die äusseren Körperschichten der Thiere eine derartige Beschaffenheit, dass sie die inneren Theile gegen die Kälte

mehr oder weniger schützen können: Haarkleid mancher Säugethiere, Fettschicht der Seehunde und Wale etc. Um der Winterkälte zu entgehen, begeben sich viele Thiere in die Erde hinab (Regenwurm) oder — wenn es sich um Wasserbewohner handelt — auf den eisfreien Grund der Gewässer, resp. in den Schlamm hinein.

Noch weniger als eine Erniedrigung der Temperatur können die Warmblüter eine Erhöhung der Körperwärme aushalten. Schon wenn letztere wenige Grade über das Normale steigt, sterben sie ab. Bei dem Umstande, dass das thierische Protoplasma bei 40—50° C. gerinnt, versteht es sich von selbst, dass die Thiere überhaupt keine höheren Wärmegrade als die genannten ertragen können; nur eingetrocknete Thiere machen vielleicht hiervon eine Ausnahme.

Wenn kleine Wassertümpel austrocknen, so verschwindet scheinbar damit auch das darin befindliche Thierleben. Füllen sich aber die betreffenden Localitäten wieder mit Wasser, so zeigt sich meistens sehr bald wieder ungefähr dasselbe Thierleben wie vorher. Dies beruht besonders darauf, dass viele Eier von einer festen Hülle umgeben sind, innerhalb welcher sie sehr lange liegen können, ohne einzutrocknen; ferner sind manche Protozoën im Stande, sich mit einer ähnlichen Kapsel zu umgeben. Seltener besitzen die Thiere das Vermögen, ein wirkliches Austrocknen, eine bedeutende Wasserentziehung der Gewebe, auszuhalten. Für einige ist solches jedoch nachgewiesen: das Weizenälchen (*Tylenchus tritici*) kann, nachdem es sehr lange in stark eingetrocknetem, eingeschrumpftem Zustande dagelegen, wieder aufleben, wenn es ins Wasser gebracht wird und dieses in seine Gewebe aufsaugt; dasselbe gilt auch von manchen anderen kleinen Rundwürmern, von den in der Erde oder an Pflanzen (Moosen) lebenden Räderthieren und den Bärthierchen. Die meisten Thiere sterben aber bei einer derartigen bedeutenderen Wasserentziehung ab, während manche (z. B. viele Schnecken) einen geringeren Wasserverlust ohne Schaden ertragen.

Während einige Thiere kaum einen einzigen Tag ohne Nahrung leben können, besitzen andere das Vermögen, kürzere oder längere Zeit ohne Schaden zu hungern. Frösche, Schlangen und manche andere können mehrere Monate ohne Nahrung leben. Manchmal können die Thiere sehr lange aushalten, wenn sie mit Wasser versehen, dagegen von aller anderen Nahrung abgeschnitten sind, während sie schnell sterben, wenn sie auch kein Wasser aufzunehmen Gelegenheit haben. — Manche Thiere hungern regelmässig einen grösseren oder kleineren Theil ihres Lebens, namentlich sind die Ruheperioden, welche so viele durchmachen, zugleich Hungerperioden. Für einige Fische (Lachsfische) hat man nachgewiesen, dass sie vor und während der Fortpflanzungszeit Wochen lang keine Nahrung zu sich nehmen (der leere Magen zieht sich dabei stark zusammen), und ähnliche Verhältnisse kennt man auch bei gewissen anderen Thieren. Manche Insekten können sogar im ausgebildeten Zustande (welcher bei ihnen ebenfalls eine Fortpflanzungsperiode ist) wegen des rudimentären Zustandes der Mundtheile keine Nahrung zu sich nehmen. Während der Hungerperioden verliert natürlich der Körper an Gewicht, indem die Oxydation der Gewebe stetig weitergeht. Nicht selten werden, wenn eine Hungerzeit sich nähert, grössere oder kleinere Fettmassen im Körper abgelagert, welche dann während der Hungerperiode verbraucht werden (Bär; Insektenlarven vor der Verpuppung); oder das Thier hat in anderer Weise für eine Reserve gesorgt (Krystallstiel der Muscheln).

Während viele Thiere fast augenblicklich oder nach wenigen Minuten sterben, wenn ihnen kein Sauerstoff mehr zugänglich ist, giebt es andere, welche kürzere oder längere Zeit, bis zu mehreren Tagen, den Sauerstoff entbehren können. Sogar Thiere wie der Frosch können einige Zeit in einer sauerstofffreien Atmosphäre leben; erst nach mehreren Stunden tritt eine gewisse Trägheit, nachher „Scheintod" ein, aus welchem jedoch der Frosch wieder aufleben kann, wenn dieser Zustand nur nicht zu lange andauert. Manche Insekten, Würmer etc. zeigen ähnliche Verhältnisse. Da die Kohlensäureproduction andauert, muss die Verbrennung mittelst des in den Zellen aufgespeicherten Sauerstoffes stattfinden.

VII. Geographische Verbreitung der Thiere.

Wenn man verschiedene grössere Theile der Erdoberfläche mit einander vergleicht, so findet man, dass das Thierleben einen mehr oder weniger verschiedenartigen Charakter besitzt, und dies gilt sowohl, wenn man verschiedene Landfaunen (incl. der Süsswasserfaunen), als wenn man Meeresfaunen vergleicht: die Fauna, welche in Südamerika lebt, ist eine andere als diejenige, welche in Europa zu Hause ist, das Thierleben, welches man an den Küsten Ostindiens antrifft, ein anderes als das an den europäischen Küsten etc.

Was die Land- und Süsswasserfaunen betrifft, so hat man gefunden, dass sich die Erdoberfläche in eine Anzahl grosser thiergeographischer Regionen theilen lässt, von welchen jede ein Thierleben beherbergt, das sich in gewissen Zügen vor den übrigen auszeichnet. Von solchen Regionen hat man folgende aufgestellt:

1. Die paläarktische Region, welche Europa, das gemässigte Asien, Nordafrika bis zum Atlasgebirge umfasst.
2. Die nearktische R.: Grönland und Nordamerika bis Nordmexiko.
3. Die äthiopische R.: Afrika südlich vom Atlas, Madagaskar, Südarabien.
4. Die indische R.: Vorder- und Hinterindien mit anliegenden Inseln.
5. Die australische R.: Der Welttheil Australien nebst einigen Inseln, welche in der Geographie Asien zugerechnet werden.
6. Die neotropische R.: Südamerika, die Antillen, Südmexiko und Centralamerika.

Jede dieser Regionen zeichnet sich dadurch aus, dass sie eine grössere Anzahl Thierformen besitzt, welche in den anderen Regionen nicht vorhanden sind, und erlangt dadurch ihren besonderen Charakter, welcher übrigens bald mehr, bald weniger scharf ausgeprägt sein kann. Die Regionen werden wieder getheilt; man zerlegt z. B. die paläarktische Region in 4 Subregionen: die europäische, welche Europa mit Ausnahme der südeuropäischen Halbinseln umfasst, die mittelländische (mediterrane), die Länder um das Mittelmeer, die sibirische, den grössten Theil von Nordasien, die mantschurische,

den östlichen Theil des chinesischen Reichs und Japan; jeder dieser Abschnitte zeichnet sich durch kleinere Eigenthümlichkeiten aus.

Diese verschiedenartige Entwicklung des Thierlebens verdankt ihre Entstehung mehreren Ursachen. Die Temperatur spielt dabei eine grosse Rolle und erklärt z. B., warum die Regionen, welche die tropischen Theile der Erde umschliessen, ein reicheres und mannigfaltigeres Thierleben als die kälteren besitzen; und es ist ferner deutlich zu erkennen, dass gewisse Thierarten und Thiergruppen einem wärmeren, andere einem kälteren Klima angepasst sind. Aber auf diese Weise lassen sich keineswegs alle Eigenthümlichkeiten erklären, welche die grossen Regionen darbieten. Wenn z. B. die paläarktische Region eine grosse Anzahl Thierarten besitzt, welche in der nearktischen Region nicht vorhanden sind, so kann man dies nicht auf Rechnung der Temperatur, anderer klimatischer Verhältnisse etc. allein schreiben, denn grosse Partien beider Regionen stimmen in diesen Beziehungen durchaus überein, viele der Thierformen, welche für die paläarktische Region charakteristisch sind, würden ganz sicher auch in der nearktischen vortrefflich gedeihen; das Experiment ist mit mehreren Arten gemacht, darunter dem gemeinen Sperling, welcher, vom Menschen in Nordamerika eingeführt, sich dort derartig vermehrt hat, dass er eine Landplage geworden ist. Dasselbe gilt auch von anderen Regionen; wenn Australien von Säugethieren mit einzelnen Ausnahmen nur Beutelthiere und Schnabelthiere beherbergt, so ist die Ursache nicht die, dass nicht manche der in anderen Regionen lebenden Thiere sich dort wohl befinden würden, vielmehr sind eine Anzahl europäischer Thiere in Australien eingeführt und gedeihen dort vorzüglich (das Kaninchen z. B. ist in Australien verwildert und jetzt zu Millionen vorhanden). Es müssen somit andere Gründe vorhanden sein.

Untersucht man die Verhältnisse näher, so findet man, dass die grossen Regionen im Allgemeinen von einander durch natürliche, schwer übersteigbare Grenzen verschiedener Art geschieden sind: grosse Meere, hohe Gebirge, ausgedehnte Wüsten. Wenn jede Region ihr eigenthümliches Thierleben umschliesst, so liegt die Ursache thatsächlich in erster Linie darin, dass ihre Fauna lange Zeiten als ein verhältnissmässig abgeschlossenes Ganzes für sich gelebt und während dieser Absonderung sich in einer Richtung entwickelt hat, während das Thierleben in anderen Theilen der Erde sich in anderen Richtungen entwickelte. Man hat sich die Differenzirung zweier gesonderter, ursprünglich zusammenhängender und übereinstimmender Regionen etwa in der Weise vorzustellen, dass einerseits in jeder eine Anzahl eigenthümlicher Formen entsteht, andererseits in der einen gewisse von den ursprünglichen Formen aussterben, während sie in der anderen Region ihre Existenz bewahren, und umgekehrt. Der grosse faunistische Unterschied z. B. der neotropischen und der äthiopischen Region, welche ähnliche Naturverhältnisse darbieten, aber durch ausgedehnte Meere getrennt sind und wahrscheinlich durch ausserordentlich lange Zeiträume keinen Zusammenhang besessen haben, ist danach leicht zu verstehen. Wenn einzelne der Regionen von einer angrenzenden weniger scharf geschieden sind und trotzdem (wie dies z. B. bei der australischen der indischen Region gegenüber der Fall ist) derselben in thiergeographischer Beziehung scharf gegenüberstehen, so rührt dies wahrscheinlich daher, dass früher eine schärfere Trennung bestanden hat. Andererseits muss der Um-

stand, dass z. B. die nearktische und die paläarktische Region, welche jetzt scharf geschieden sind, in vielen Punkten eine erhebliche Uebereinstimmung darbieten (eine Anzahl Säugethierarten sind beiden Regionen gemeinsam, andere Typen sind in den beiden Regionen durch nahe verwandte Arten vertreten), in der Weise erklärt werden, dass diese Regionen früher, und zwar verhältnissmässig spät, in einem innigeren Zusammenhang als jetzt gestanden haben. Die Unterschiede und Aehnlichkeiten der thiergeographischen Regionen lassen sich somit zu einem wesentlichen Theil als ein Product der wechselnden Oberflächenverhältnisse der Erde erklären.

Aehnliche Regionen wie für die Landthiere kann man auch für die Meeresthiere, namentlich für die Küstenthiere, aufstellen. Sie fallen natürlich nicht mit jenen zusammen; das Thierleben an der Ostküste Südamerikas gehört z. B. einer Region an, das der Westküste einer anderen, etc. — Das Thierleben der Tiefsee hat dagegen in der Hauptsache in allen Meeren dasselbe Gepräge, viele Tiefseearten haben die weiteste geographische Verbreitung; dies ist leicht verständlich, denn die natürlichen Bedingungen, die Temperatur etc., sind in den grossen Tiefen überall verhältnissmässig einförmig, und unübersteigbare Grenzen scheinen dort nicht vorhanden zu sein. Aehnliches gilt auch von der pelagischen Fauna, welche in allen Meeren der wärmeren Zonen ein sehr einförmiges Gepräge besitzt, während man in den nördlichen und südlichen kalten Meeren eine pelagische Fauna mit einem deutlichen Sondergepräge findet; während eine anderweitige natürliche Begrenzung fehlt, wird hier die Temperatur von entscheidender Bedeutung.

VIII. Die geologische Entwicklung der Thierwelt.

Die Geologie, die Entwicklungsgeschichte der Erde, lehrt uns, dass das thierische Leben durch unermessliche Zeiträume auf der Erde existirt hat, und ferner, dass das Thierleben während dieser langen Zeit keineswegs immer dasselbe Gepräge wie jetzt besessen hat, vielmehr einem beständigen und ausserordentlich grossen Wechsel unterworfen war. Die Quelle dieses Wissens bilden die in die Schichten der Erdkruste eingeschlossenen, aus den verschiedenen Zeiten stammenden thierischen Ueberreste.

Dass die Erdrinde solche enthalten kann, wird aus dem Folgenden verständlich sein. In allen natürlichen Gewässern der Erde, besonders aber im Meere, findet eine beständige Ablagerung von feineren oder gröberen Theilchen statt, welche im Wasser aufgeschlemmt oder aufgelöst gewesen sind: der Wellenschlag reisst Theile der Küsten los, oft durch die Einwirkung der Luft auf dieselben unterstützt, und die so abgetragenen Theile setzen sich wieder ab, die gröberen (Sand, Gerölle) schon auf geringerer Tiefe, die sehr feinen, welche durch die geringste Unruhe des Wassers in Bewegung gesetzt werden, erst auf grösseren Tiefen, wohin die Wellenbewegung nicht dringt; die Flüsse führen grosse Massen aufgeschlemmten Materials in das Meer hinaus; die todten Schalen

zahlloser kleiner Organismen, welche im Meere leben, sinken auf dessen Boden hinab. Auf diese Weise entstehen auf dem Meeresboden ausgedehnte Ablagerungen in Form von Schlamm, Sand oder Geröll; im Laufe der Zeit sintern sie öfters zu festeren Massen, Thonschiefer, Kalksteinen, Sandsteinen etc. zusammen. Die Ablagerungen sondern sich in Schichten; das Aufhören einer Schicht und der Anfang einer neuen bedeutet, dass entweder eine Unterbrechung des Niederschlages stattgefunden hat, oder dass eine mehr oder weniger veränderte Ablagerung ihren Anfang genommen hat. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich in grösseren Binnenseen, in geringerem Maassstabe auch in kleineren.

Eine derartige Bildung von Schichten hat seit den ältesten Zeiten stattgefunden, und in diese Schichten wurden Ueberreste von den Thieren früherer Zeiten eingebettet, insofern letztere im Wasser lebten oder nach dem Tode zufällig in dasselbe geriethen. Es würde uns aber wenig helfen, dass in den Ablagerungen auf dem Boden des Meeres oder in Binnenseen thierische Ueberreste aus früheren Zeiten eingebettet liegen, wenn uns nicht ein Zutritt zu denselben ermöglicht wäre. Durch die grossen Aenderungen der Form der Erdoberfläche, welche im Laufe der Zeiten stattgefunden haben und immer noch stattfinden, ist dies aber eben erreicht worden. Theile der Erdoberfläche, welche in früheren Zeiten vom Meere bedeckt waren, sind durch Hebungen zu trockenem Lande geworden, wodurch schon eine Möglichkeit für eine Untersuchung gegeben ist, eine Möglichkeit, welche dadurch vergrössert wird, dass an manchen Stellen in vielfacher Weise natürliche Durchschnitte (Profile) der Schichten zu Stande gekommen sind, wodurch die zu verschiedenen Epochen in die Ablagerungen des Meeres eingebetteten Ueberreste wieder ans Licht gefördert worden sind. Aehnlich ist es vielfach mit den Süsswasser-Ablagerungen gegangen.

Die thierischen Ueberreste, welche in den Erdschichten gefunden werden, bezeichnet man in der Regel mit dem gemeinsamen Namen Versteinerungen oder Fossilien. Der erstere Name ist übrigens nicht ganz zutreffend, denn man findet die fraglichen Ueberreste eigentlich nur mehr ausnahmsweise in einem solchen Zustande, dass sie als „versteinert“ bezeichnet werden können. In der Regel sind es nur die festen, besonders die verkalkten Theile, welche sich erhalten haben; nur ganz ausnahmsweise haben weiche Theile Spuren hinterlassen und dann gewöhnlich als Abdrücke in der Gesteinsmasse, welche in diesen Fällen sehr feinkörnig sein muss (im lithographischen Schiefer in Bayern, ursprünglich einem Kalkschlamm, findet man zuweilen Abdrücke von Quallen und Aehnlichem). Die festen Theile der Thiere, welche in den Schichten vorkommen, sind in manchen Fällen ziemlich unverändert geblieben; man findet z. B. oft die Knochen von Wirbelthieren völlig unverändert (abgesehen davon, dass die organischen Stoffe derselben verschwunden, nur die Kalksalze übrig geblieben sind, weshalb auch solche fossile Knochen leichter sind als die frischen); ebenso findet man öfters die Schalen von Weichthieren, Stachelhäutern etc. ziemlich unverändert. In anderen Fällen sind Knochen oder Schalen von einem anderen Stoff, z. B. von Kieselsäure, welche im Wasser aufgelöst gewesen, durchdrungen oder ausgefüllt; man findet z. B. nicht selten Seeigelschalen aus der Kreideperiode, welche mit Kieselsäure (Feuerstein) ausgefüllt sind, oder steinharte, verkieselte Knochen, in deren feinste Lücken überall Kieselsäure eingedrungen ist; in solchen Fällen kann man mit einem

gewissen Recht von „Versteinerung“ reden. Oft sind es nicht mehr die festen Theile selbst, welche man findet, sondern blosse Abdrücke derselben in der Gesteinsmasse, in welche sie eingebettet wurden; zuweilen sind Schalen, welche zunächst von Kieselsäure ausgefüllt wurden, später aufgelöst, so dass bloss der Feuersteinkern, mit einem Abdruck der Innenseite der Schale an seiner Oberfläche, übrig geblieben ist etc.

Es versteht sich von selbst, dass das Bild, welches man sich durch das Studium der Versteinerungen (die Paläontologie) von dem Thierleben früherer Zeiten bilden kann, ein höchst mangelhaftes sein muss. Nur ein äusserst geringer Bruchtheil des zu einer gegebenen Zeit vorhandenen Thierlebens wird in den Ablagerungen Ueberreste hinterlassen, der weitaus grössere Theil wird spurlos verschwinden. Von den Thieren werden erstens alle diejenigen, welche kein Skelet besitzen, so gut wie ausnahmslos ganz verschwinden; von den übrigen werden die Landthiere nur in günstigen Fällen Ueberreste hinterlassen, indem alle diejenigen, welche nach ihrem Tode auf dem trockenen Lande liegen bleiben, bald völlig aufgelöst werden; die Wasserthiere, besonders die Meeresthiere, mit festen Theilen in oder um sich, haben dagegen bessere Aussichten, der Nachwelt aufbewahrt zu werden, aber selbst von diesen wird der allergrösste Theil der Individuen, selbst wenn sie nicht von einem anderen Thiere aufgefressen werden, ganz verschwinden, schon deshalb, weil sich keineswegs jede Stelle des Meeresbodens für eine dauernde Aufbewahrung eignet. Und von den Theilen, welche in früheren Zeiten an geeigneten Stellen eingebettet und so erhalten wurden, sind später viele wieder verloren gegangen, indem die Schichten z. B. vulkanischen Einwirkungen ausgesetzt wurden, welche die Spuren des organischen Lebens auswischten. Endlich ist hervorzuheben, dass nur ein äusserst geringer Theil des in den Schichten bis auf unsere Tage erhaltenen Materials der Untersuchung des Menschen zugänglich ist; das Allermeiste ist gar zu gut verwahrt. Alles dies muss man bedenken, wenn man die Bedeutung des Bildes beurtheilen will, welches die Untersuchung der Fossilien von den Verhältnissen des Thierlebens in vergangenen Zeiten liefert.

Aus dieser Untersuchung ergiebt sich nun, dass das Thierleben von den ältesten Zeiten bis jetzt grosse allmähliche Veränderungen durchlaufen hat; die verschiedenen Perioden (vergl. S. 87), in welche die Entwicklungsgeschichte der Erde getheilt wird, werden eben durch den verschiedenen Inhalt an pflanzlichen und thierischen Ueberresten charakterisirt, welche in den während derselben abgelagerten Schichten gefunden werden, durch die verschiedenen Floren und Faunen, welche in ihnen gelebt haben. Je weiter wir in der Zeit zurückgehen, um so abweichender von der jetzt lebenden wird die Thier- (und die Pflanzen-)Welt. Diejenigen Thiere, welche in den älteren Formationen gefunden werden, können zwar meistens ohne Schwierigkeit in unsere, für die jetzt lebenden Thiere aufgestellten Thierkreise und -klassen eingeordnet werden; sie gehören aber ohne Ausnahme anderen Arten und Gattungen, öfters auch Familien und Ordnungen an, welche heut zu Tage nicht vertreten sind; und dazu kommt noch, dass grosse Abtheilungen, welche zu den augenfälligsten Bestandtheilen des jetzigen Thierlebens gehören, damals gar nicht vorhanden waren. So sind z. B. die Wirbelthiere in den ältesten Formationen bis auf die devonische incl. nur durch Fische vertreten, während Amphibien, Reptilien,

Vögel und Säugethiere völlig fehlten. Nach den obigen Bemerkungen muss man allerdings sehr vorsichtig damit sein, aus dem Umstande, dass gewisse Thierformen in einer gegebenen Formation nicht gefunden sind, zu schliessen, dass sie in der betreffenden Periode nicht gelebt haben; so viel darf man jedoch sagen, dass, wenn die betreffenden Abtheilungen in jenen alten Zeiten einigermaassen reichlich vertreten gewesen wären, man ohne Zweifel einige Ueberreste davon gefunden haben würde. Je näher die Perioden, aus welchen die Formationen stammen, der Jetztzeit liegen, desto mehr hat die Thierwelt ein Gepräge, welches dem der lebenden Thierwelt ähnlicher ist.

Dies stimmt genau mit dem, was man nach der Abstammungslehre erwarten müsste. Von den Gegnern dieser Theorie wird zwar die Meinung ausgesprochen, dass der Inhalt der Schichten, wenn die Theorie richtig wäre, eine weit vollständigere Geschichte der Entwicklung der Thierwelt liefern müsste; und sie heben weiter hervor, dass man schon in der ältesten versteinerungsführenden Formation, der kambrischen, eine kleine Thierwelt findet, welche, so arm sie auch erscheint, jedenfalls hoch über dem Standpunkt erhaben ist, den die ursprüngliche Thierwelt nach der Abstammungslehre eingenommen haben sollte. Der erstere Einwand wird jedoch schon durch einen Hinweis auf die vorhin gemachten Bemerkungen hinfällig, aus denen hervorgeht, dass unsere Kenntniss von den Faunen der früheren Zeiten nothwendiger Weise äusserst unvollständig sein muss. Und was den zweiten Einwand betrifft, so muss hervorgehoben werden, dass wir keineswegs sagen können, dass jene ältesten unter den bekannten Thierformen auch die ältesten sind, welche überhaupt existirt haben; es ist vielmehr sehr möglich, dass sie eine lange Reihe unbekannter Vorgänger gehabt haben; unterhalb jener Formation kann die Geologie nämlich noch ältere nachweisen, welche wahrscheinlich auch im Wasser abgelagert wurden, aber im Laufe der Zeit derartig umgebildet (metamorphosirt) sind, dass es nicht wunderbar ist, wenn das damalige, vielleicht grösstentheils aus skeletlosen Formen bestehende Thierleben keine Spuren hinterlassen hat [1]).

Wenn man das Auftreten einzelner Abtheilungen im Laufe der Zeiten betrachtet, so erhält man einen ähnlichen Eindruck von dem engen Anschlusse der Thatsachen an die Abstammungslehre. Solches ist z. B. bei den Wirbelthierklassen der Fall. Wenn man, auf eine Untersuchung des Baues der verschiedenen Hauptabtheilungen der Wirbelthiere gestützt, einen Wirbelthier-„Stammbaum“ in den grossen Zügen entwirft, so wird derselbe (wenn man von Amphioxus und den Mantelthieren absieht) folgendermaassen aussehen: die Fische sind die ursprünglichsten, von diesen sind die Amphibien ausgegangen, von den Amphibien wieder die Reptilien und von letzteren einerseits die Vögel, andererseits die Säugethiere. Dem entspricht genau, was wir in den Erdschichten finden: die Fische sind die einzigen Wirbelthiere der Silur- und Devonformation; in der Kohlenformation finden wir die ersten Amphibien, in der folgenden grossen Formation, der permischen, die ersten

1) Gewisse dieser alten Schichten haben sogar einen solchen Charakter, dass man mit einer gewissen Bestimmtheit behaupten kann, dass Organismen bei ihrer Bildung mitgewirkt haben müssen; namentlich deutet das Vorhandensein von Kalk, Graphit und Anthracit bestimmt darauf hin.

Reptilien, in der Triasformation die ersten Säugethiere, im Jura die ersten Vögel. — Aehnliches finden wir auch, wenn wir speciellere Beispiele untersuchen. Unter den jetzt lebenden Säugethieren ist das Pferd bekanntlich eine in gewisser Hinsicht, namentlich im Fussbaue, sehr eigenthümlich und abweichend gebildete Form. Das Pferd ist erst spät aufgetreten; erst aus der jüngeren Pliocänzeit kennt man wirkliche Pferde (*Equus*) mit einer einzigen Zehe an jedem Fuss ebenso wie die jetzt lebenden. Aber schon im jüngeren Theil der Miocänzeit lebte eine andere, mit dem Pferde nahe verwandte Form, *Hipparion*, welche jedoch ausser der Mittelzehe die Zehen 2 und 4, als kleine Nebenzehen ausgebildet, besass; Hipparion lebte bis in die Pliocänzeit hinein, starb aber in dieser aus. In den tieferen (älteren) Schichten der Miocänformation, in welchen Hipparion noch nicht auftritt, findet man eine dritte Gattung, welche mit dem Pferde zwar verwandt ist, aber ihm doch merklich ferner steht, *Anchitherium*, welche dieselben Nebenzehen wie Hipparion besitzt, aber in kräftigerer Gestalt; auch im Baue der Zähne etc. entfernt sie sich mehr vom Pferde, nähert sich aber hierin wie auch in der Fussform der schon in der Eocänformation auftretenden Gattung *Palaeotherium*. Wenn man nach den Verhältnissen des Körperbaues den Stammbaum des Pferdes construiren will, so ist es sicher, dass man das Pferd (*Equus*) von *Hipparion*, dieses von *Anchitherium* und letzteres von *Palaeotherium* (oder von einer diesem nahe verwandten Form) ableiten muss; wie man sieht, stimmt die geologische Reihenfolge genau dazu. Aehnliche Reihen kann man für manche andere Gruppen aufstellen, wenn auch unsere mangelhafte Kenntniss von den ausgestorbenen Thieren es nicht überall ermöglicht.

Uebersicht der versteinerungsführenden Formationen.

Die Neuzeit der Erde oder die känozoische Formationsgruppe.	Quartär-Formation.	
	Tertiär-F.	Pliocän.
		Miocän.
		Eocän.
Das Mittelalter der Erde oder die mesozoische Formationsgruppe.	Kreideformation.	
	Juraformation.	
	Triasformation.	
Das Alterthum der Erde oder die paläozoische Formationsgruppe.	Permische Formation.	
	Kohlenformation.	
	Devonformation.	
	Silurformation.	
	Kambrische Formation.	

Anhang.

Ueber die Aehnlichkeit und den Gegensatz des Thier- und des Pflanzenreiches.

Nachdem wir uns im Vorhergehenden mit den Hauptpunkten des Baues etc. der Thiere im Allgemeinen bekannt gemacht haben, dürfte es am Platze sein, das Verhältniss des Thierreichs zu dem anderen grossen Reich organischer Geschöpfe, dem Pflanzenreich, zu erwägen.

Den Thieren und Pflanzen gemeinsam ist es, dass sie aus Zellen zusammengesetzt sind, in den einfachsten Fällen nur aus einer einzigen Zelle, gewöhnlich aber aus sehr vielen. Die Zellen bestehen, jedenfalls solange sie noch jung sind, aus Protoplasma und enthalten bei den Thieren wie bei den Pflanzen gewöhnlich (vielleicht immer) einen Kern; das Protoplasma zeigt bei den Pflanzen dieselben wesentlichen Eigenschaften wie bei den Thieren (vergl. S. 3—6): es besitzt das Vermögen, sich zu bewegen, es besitzt Irritabilität, es ernährt sich durch Aufnahme von Stoffen von aussen, es nimmt Sauerstoff auf und scheidet Kohlensäure aus; die Zellen wachsen und vermehren sich durch Theilung. — Eine geschlechtliche Vermehrung, d. h. die Bildung eines neuen Individuums von einer einzelnen Zelle aus, nachdem diese vorher mit einem anderen, in einem Individuum derselben Art gebildeten verschmolzen ist, findet bei den meisten Pflanzen wie bei den meisten Thieren statt.

Bei der Betrachtung der Unterschiede der beiden Reiche sehen wir zunächst von den niedersten, einzelligen Pflanzen und Thieren, den Protophyten und Protozoën, ab und vergleichen vorläufig allein die Metazoën und die mehrzelligen Pflanzen mit einander.

Im allgemeinen Bauplan finden wir bedeutsame Unterschiede. Die Thiere besitzen mit ganz wenigen Ausnahmen einen Darmkanal, einen Hohlraum, in welchen die Nahrung aufgenommen und in welchem sie aufgelöst und aufgesogen wird, und dieser Darmkanal legt sich, was besonders charakteristisch ist, auf einem sehr frühen Stadium der Entwicklung des Thieres an. Etwas dem Darmkanal Entsprechendes oder auch nur Analoges fehlt den Pflanzen völlig, welche ihre Nahrung in aufgelöstem oder in gasförmigem Zustande durch die Oberfläche aufnehmen. Der genannte Unterschied ist übrigens kein absoluter; denn bei einigen Thieren (z. B. den Bandwürmern) fehlt ein Darmkanal. — Ferner fehlt ein Muskel- und ein Nervensystem bei allen Pflanzen, während diese Systeme bei allen Metazoën vorhanden zu sein scheinen; Sinnesorgane, welche in der einfachsten Form, als Sinneszellen, wohl allen Metazoën zukommen, sind bei keiner Pflanze vorhanden; ein Gefässsystem und besondere Excretionsorgane sind ebenfalls dem Thierreiche eigen, wenn sie auch nicht bei allen Thieren vorkommen. Im Ganzen kann man sagen, dass die Pflanzen innerhalb ihrer Oberfläche nur eine sehr geringe Andeutung einer Sonderung in Organsysteme zeigen, welche der bei den Thieren ausgesprochenen vergleichbar wäre. Was man bei den Pflanzen als Organe bezeichnet, sind die verschiedenartig gestalteten und ausgebildeten Abschnitte und Anhänge des Körpers.

Nicht geringer ist der Gegensatz in Bezug auf die den Körper zusammensetzenden Gewebe. Bei den Thieren entwickeln sich die ursprünglich gleichartigen Zellen in sehr verschiedener Richtung; einige bleiben in der Hauptsache auf dem ursprünglichen Standpunkte, andere scheiden eine Intercellularsubstanz von verschiedener Structur und chemischer Zusammensetzung zwischen sich aus, in anderen bildet sich das Protoplasma zu einer eigenthümlichen contractilen Substanz um etc. Bei den Pflanzen sind die Zellen fast immer von einer Zellhaut umgeben, welche aus Cellulose besteht, und die Ungleichartigkeit innerhalb des Pflanzenkörpers in geweblicher Beziehung beruht in der Hauptsache auf einer verschiedenen Ausbildung einerseits der Form der Zelle, andererseits der Dicke, Festigkeit etc. der Cellulosehaut, weniger dagegen auf einer Umbildung des Protoplasmas, welches eigentlich bei den Pflanzen immer Protoplasma bleibt, wenn es nicht, wie in manchen ausgebildeten Pflanzenzellen, gänzlich verschwindet.

In Bezug auf die Ernährung findet man einen durchgreifenden Unterschied zwischen den Thieren und der grossen Mehrzahl der Pflanzen. Das Thier ernährt sich stets von anderen Organismen oder von Stoffen, welche solchen entstammen; es ist nicht im Stande, aus anorganischen Stoffen allein seinen Körper aufzubauen oder den durch die Lebensthätigkeit verursachten Stoffverlust zu ersetzen, wenn auch anorganische Stoffe allerdings Bestandtheile seiner Nahrung bilden (Wasser, Kalksalze). Die Pflanze dagegen kann sich im Allgemeinen von Stoffen ernähren, welche ausschliesslich der leblosen Natur entnommen sind, und es steht damit in engster Verbindung, dass ein Theil ihrer Zellen mit einem eigenthümlichen grünen Farbstoff, Chlorophyll, versehen ist, wodurch sie die Fähigkeit erhalten, unter der Einwirkung des Lichtes den Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft auszuscheiden, den Kohlenstoff zu assimiliren. Dieses Vermögen geht der thierischen Zelle ab, indem derselben das Chlorophyll immer fehlt [1]); andererseits giebt es aber auch nicht wenige Pflanzen (z. B. die sämmtlichen Pilze), welche ebenfalls des Chlorophylls und damit des Assimilationsvermögens entbehren und sich deshalb ebenso wie die Thiere durch Aufnahme organischer Stoffe ernähren müssen.

Das Thier besitzt endlich im Gegensatz zu der Pflanze Empfindung und das Vermögen, sich willkürlich zu bewegen; in dieser Beziehung ist, wie es scheint, ein absoluter Unterschied zwischen den Metazoën und den Pflanzen vorhanden.

Es wird nach dem Obigen, wenigstens nach einer einigermaassen gründlichen Untersuchung, niemals zweifelhaft sein können, ob man ein Metazoon oder eine mehrzellige Pflanze vor sich hat. Anders steht es mit den einzelligen Organismen. Die meisten der oben erwähnten unterscheidenden Charaktere der mehrzelligen Pflanzen und Thiere können bei diesen nicht in Betracht kommen: von Darmkanal, von Muskel- und Nervensystem etc., überhaupt von Organsystemen kann man bei den einzelligen nicht reden; es ist für die meisten derselben schwer zu sagen, ob Empfindung und willkürliche Bewegung vorhanden sind oder nicht; die Ernährungsweise giebt (vergl. oben) kein absolutes Unterscheidungsmerkmal ab. Wenn wir daher die einzelligen Organismen auf die beiden grossen organischen Naturreiche vertheilen, so kann das nicht ohne eine

1) Man hat zwar früher angegeben, dass Chlorophyll bei einzelnen Thieren vorhanden wäre, das vermeintliche Chlorophyll hat sich aber entweder als ein anderer grüner Farbstoff erwiesen oder hat Algen angehört, welche im Thiere schmarotzen.

gewisse Willkür geschehen. Es ist natürlich und wohl begründet, wenn alle mit Chlorophyll ausgestatteten Organismen dem Pflanzenreich zugerechnet werden, haben wir ja eben gefunden, dass das Chlorophyll den Pflanzen eigenthümlich war und niemals bei den Metazoën vorhanden ist; dagegen darf man die vielen einzelligen Organismen, welche kein Chlorophyll besitzen, nicht ohne weiteres für Thiere erklären; dieser Stoff kann ja bei vielen zweifellosen Pflanzen fehlen, und der Mangel desselben ist deshalb nicht genügend, um einen einzelligen Organismus zum Thier zu stempeln. Ferner muss man es als wohl begründet bezeichnen, wenn man die mit einer Cellulose-Zellhaut ausgestatteten dem Pflanzenreich überweist. Es ist andererseits natürlich, dass man dem Thierreich diejenigen Organismen zurechnet, welche in ihrem Protoplasma Differenzirungen aufweisen, die an die Zellumbildungen der Metazoën erinnern (muskelfaserähnliche Theile im Protoplasma der Infusionsthierchen). Zum Thierreiche werden ferner gewöhnlich alle diejenigen gezählt, welche als Nahrung feste Fremdkörper in ihr Protoplasma aufnehmen. Für manche Formen, welche dem Thierreiche zugerechnet werden, hat man aber nicht einmal solche Anhaltspunkte, und ihre Einordnung beruht vielfach lediglich auf einem gewissen Herkommen.

Specieller Theil.

Das Thierreich wird in folgende Hauptgruppen eingetheilt:

1. Unterreich: **Protozoën.**

Einzellige Thiere (können zuweilen Stöcke bilden, deren einzelne Mitglieder wesentlich gleichartig sind).

2. Unterreich: **Metazoën.**

Mehrzellige Thiere; die Zellen sind verschiedenartig entwickelt (Arbeitstheilung); Darmkanal, Nerven- und Muskelsystem etc. — Die Metazoën theilt man in folgende Thierkreise ein:

1. Kreis. Cölenteraten. Radiäre Thiere von sehr einfachem Baue, Körper sackförmig, aus drei Schichten zusammengesetzt, welche eine Darmhöhle umgeben. Kein After. Keine Leibeshöhle. Die verschiedenen sonst bei den Metazoën vorhandenen Organsysteme unter sich wenig gesondert. — Anhang: Schwämme.

2. Kreis. Stachelhäuter. Radiärer Bauplan. Leibeshöhle. Organsysteme gesondert. Verkalkungen in der Körperwand. Ein Gefässsystem. Besonderes Wassergefässsystem in Verbindung mit Saugfüsschen. Bilaterale Larven.

3. Kreis. Plattwürmer. Symmetrische ungegliederte Thiere, ohne Leibeshöhle, gewöhnlich ohne Gefässsystem und After. Verästelter Excretionsapparat mit eigenthümlichen Astspitzen. — Anhang: Räderthiere.

4. Kreis. Rundwürmer. Symmetrische ungegliederte Thiere von cylindrischer Körperform, mit Leibeshöhle und After.

5. Kreis. Gliederwürmer. Symmetrische gegliederte Thiere mit ziemlich gleichartig ausgebildeten Segmenten. Gliedmaassen, wenn vorhanden, ungegliedert. Dünne Cuticula. Leibeshöhle, Gefässsystem (gewöhnlich) und After vorhanden. Gegliederter Bauchnervenstrang, welcher sich mit einem oberhalb des Schlundes gelegenen Ganglienpaar verbindet. Schwach entwickelte Sehwerkzeuge. Ein Paar röhrenförmige Excretionsorgane in den meisten Segmenten (Segmentalorgane). — Anhang: Bryozoën, Brachiopoden.

6. Kreis. Gliederfüssler. Symmetrische gegliederte Thiere mit ungleichartig ausgebildeten Segmenten. Gegliederte Gliedmaassen. Hautskelet von der stark entwickelten Cuticula gebildet. Leibeshöhle. Herz an der Rückenseite. Nervensystem wie bei den Gliederwürmern. Hoch ausgebildete Sehwerkzeuge (zusammengesetzte Augen). Segmentalorgane immer sehr an Zahl reducirt oder völlig fehlend.

7. Kreis. Weichthiere. Symmetrische ungegliederte Thiere. Musculöser Fuss an der Bauchseite. Eine Hautfalte, der Mantel, bedeckt einen Theil des Körpers. Keine zusammenhängende Cuticula. Gewisse

Theile der Haut sondern eine Schale ab, welche an begrenzten Stellen inniger mit dem Thiere zusammenhängt. Leibeshöhle. Herz an der Rückenseite. Ganglienpaare über- und unterhalb des Schlundes, kein gegliederter Bauchnervenstrang. Meistens eine mit Reihen von Chitinzähnen bewaffnete Zunge. Die Segmentalorgane an Zahl reducirt.

8. Kreis. Wirbelthiere. Symmetrische Thiere; gewisse Theile des Körpers (Skelet, Musculatur) segmental geordnet. Gewöhnlich 2 Paar Gliedmaassen (niemals mehr). Leibeshöhle. Herz an der Bauchseite. Die centralen Theile des Nervensystems in Form eines zusammenhängenden, meistens vorn angeschwollenen dickwandigen Rohres längs der Rückenseite. Unterhalb desselben ein strangförmiger Körper, die Chorda, welcher den Grundstock des in der Regel hoch entwickelten inneren Skelets bildet. — Anhang: Mantelthiere.

Erstes Unterreich.

Protozoën oder Urthiere (*Protozoa*).

Wie es schon im Allgemeinen Theil hervorgehoben wurde, sind die zu den Protozoën gehörenden Thiere einfache Zellen: jedes Individuum besteht nur aus einer einzigen Zelle. In gewissen Fällen können jedoch mehrere Individuen zu Colonien vereinigt sein, wodurch eine gewisse Annäherung an die Metazoën entsteht, welche ebenfalls Gesellschaften von Zellen sind; es ist aber insofern ein wesentlicher Unterschied zwischen einer Protozoën-Colonie und einem Metazoon, als jene aus Zellen besteht, welche der Hauptsache nach alle gleich sind, während das letztere aus Zellen besteht, welche ein verschiedenes Aussehen und verschiedene Function besitzen (Arbeitstheilung).

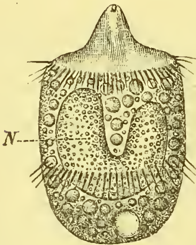
Bei allen Protozoën besteht der Körper aus Protoplasma, welchem ein Kern eingelagert ist; bei manchen Protozoën sind zahlreichere Kerne vorhanden. Der Kern ist im Allgemeinen kuglig oder oval, zuweilen aber mehr gestreckt, wurstförmig etc. Im Protoplasma finden sich häufig Vacuolen, kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, von denen gewisse contractil sind, d. h. sich zusammenziehen und wieder erweitern können, indem sie Flüssigkeit nach aussen abgeben, resp. wieder aus dem Protoplasma aufnehmen; ihre Contractionen hängen natürlich von gewissen Bewegungen des Protoplasmas ab; selbständige Wände besitzen sie nicht. Sie scheinen vorwiegend eine excretorische Rolle zu spielen: in ihrem Inhalte ist bei verschiedenen Formen Harnsäure nachgewiesen worden. Nicht selten sind im Protoplasma verschiedene Stoffe ausgeschieden, wie Oeltropfen, Pigmentkörnchen und Aehnliches. Vom Protoplasma aus geschieht ferner häufig eine Absonderung fester Theile, meistens aus kohlensaurem Kalk oder aus Kieselsäure bestehend, über welche unten bei den Rhizopoden und Radiolarien des Näheren berichtet werden wird.

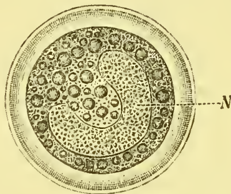
Viele Protozoën — wie die Amöben — können von allen Theilen der Oberfläche Pseudopodien aussenden; die äussere Form des Körpers ist bei ihnen eine beständig wechselnde. Bei anderen fehlt das Vermögen, Pseudopodien auszusenden, ganz, die äusserste Schicht des Protoplasmas ist dann consistenter geworden, jedoch häufig ohne von dem inneren weicheren Theil scharf gesondert zu sein (Infusionsthierchen); oder die äussere Schicht ist zu einer bestimmter unter-

schiedenen, aber biegsamen Hülle geworden (Gregarinen); in beiden Fällen kann der Körper zwar gewöhnlich bis zu einem gewissen Grad die Form wechseln, aber nicht Pseudopodien aussenden. Bei solchen mehr formbeständigen Protozoën ist öfters der Körper mit Wimperhaaren oder Wimpergeisseln von verschiedener Stärke und Anzahl versehen. — Fast immer sind die Protozoën Organismen von sehr geringer, „mikroskopischer" Grösse.

Die Fortpflanzung der Protozoën geschieht wie jede Zellvermehrung durch Theilung; zuerst theilt sich der Kern, dann das Protoplasma. Die Theilung ist meistens eine einfache Zweitheilung; manchmal zerfällt aber das Thier durch wiederholte Theilung in eine grössere Anzahl kleiner Sprösslinge. Zuweilen hat die Theilung den Charakter einer Knospung: ein kleiner Theil des Thieres schnürt sich ab und wird zu einem neuen Individuum.

Sehr viele Protozoën der verschiedenen Abtheilungen besitzen die Fähigkeit, sich unter gewissen Umständen einzukapseln (zu encystiren): der Körper rundet sich ab, und von der gesammten Oberfläche





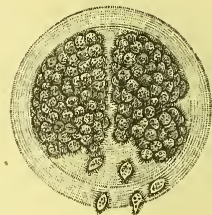


Fig. 45. Fig. 46.

Fig. 45. Ein Infusionsthierchen in freiem Zustande (links) und eingekapselt (rechts). *N* Kern (Hauptkern). — Nach Balbiani.

Fig. 46. Ein eingekapseltes Infusionsthierchen, welches sich in zahlreiche Sprösslinge getheilt hat; letztere sind im Begriff, die Kapsel zu verlassen. — Nach Fouquet.

wird eine dünnere oder dickere Membran abgesondert. Eine Einkapselung findet statt, wenn das Wasser, worin die Thiere sich befinden, anfängt einzutrocknen, und in eingekapseltem Zustande können diese dann ein vollständiges Austrocknen überstehen; auch wenn die Umgebung sonst ungünstig wird, z. B. wenn das Wasser zu faulig wird, oder wenn die Nahrung erschöpft ist, kapseln sie sich ein; wenn die Verhältnisse später günstig werden, verlassen sie die Kapsel. Eine Einkapselung kann aber auch nach Aufnahme sehr reichlicher Nahrung eintreten, so dass das Thier diese in Ruhe verdauen kann; und endlich kann sie als Einleitung zu einer Theilung stattfinden: während der Einkapselung theilt sich das Thier in eine oft sehr grosse Anzahl von Sprösslingen, welche später die Kapsel verlassen (vergl. die Gregarinen; dasselbe findet auch bei anderen, z. B. bei Infusorien statt).

Bei manchen Protozoën beobachtet man zuweilen eine Copulation: zwei Individuen derselben Art nähern sich einander und verschmelzen, wobei zugleich eine Vereinigung der Kerne stattfindet. Die Copulation erinnert sehr an die Befruchtung der Metazoën, welche ebenfalls in einer Verschmelzung zweier Zellen und ihrer Kerne besteht. Manchmal folgt auf die Copulation eine wiederholte Theilung (vergl. die Gregarinen) — ebenso wie bei den Metazoën auf die Befruchtung eine lebhafte

Theilung der Eizelle folgt. — Ueber die bei den Infusionsthierchen vorkommende Conjugation vergl. diese Gruppe.

Pseudopodien vorhanden	. . . .	Schleimthierchen.
Keine Pseudopodien	Der Körper mit Wimperhaaren versehen . .	Infusionsthierchen.
	Keine Wimperhaare . .	Gregarinen.

1. Classe. Schleimthierchen (*Sarcodina*).

Die zahlreichen hierher gehörigen Formen stimmen darin mit einander überein, dass sie im Stande sind, von der Oberfläche des Körpers Pseudopodien auszusenden, vermittels welcher sie sich bewegen und ihre Nahrung aufnehmen; die meisten sind auch mit festen Theilen im Protoplasma oder um dasselbe, mit einem Skelet, versehen, welches übrigens in Form und chemischer Beschaffenheit bedeutende Unterschiede darbietet. Sie sind grösstentheils Meeresthiere.

1. Ordnung. Rhizopoden (*Rhizopoda*).

Bei einigen Rhizopoden, z. B. bei den früher erwähnten Amöben, ist kein Skelet vorhanden. Die meisten sind jedoch mit einem solchen in Form einer Schale ausgestattet, welche den grössten Theil des Körpers umgiebt. Die Schale ist im einfachsten Fall mützenförmig mit einer einzigen weiten Oeffnung, durch welche das Protoplasma hervortritt. Bei anderen wird die Schale dadurch complicirt, dass sie mehrkammerig, d. h. durch Scheidewände in mehrere kleine Räume getheilt wird, welche jedoch durch kleine Oeffnungen in den Scheide-

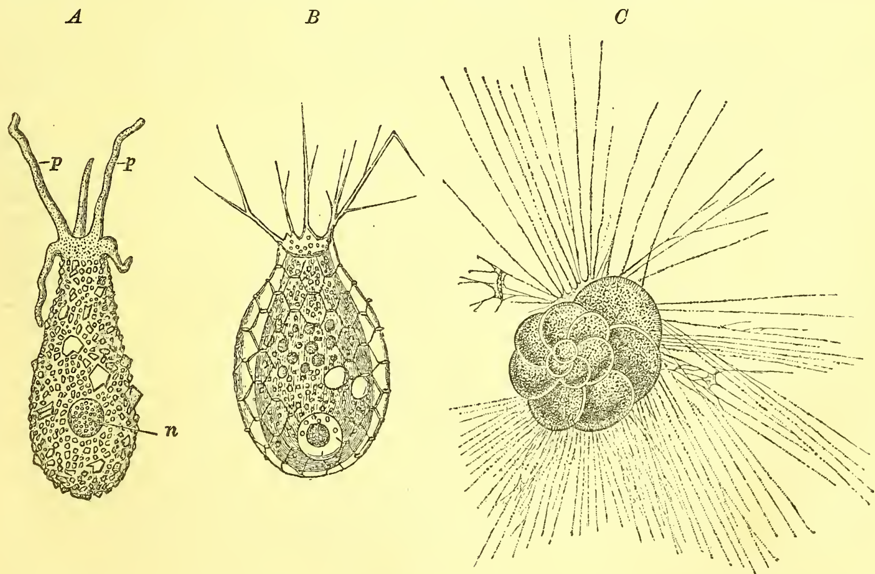


Fig. 47. *A* (*Difflugia*) und *B* (*Euglypha*), zwei imperforate Rhizopoden des Süsswassers mit chitiniger Schale; an der Schale von *A* sind kleine Fremdkörper festgekittet. *n* Kern, *p* Pseudopodien. *C* ein Meeres-Rhizopod (*Rotalia*). — *A* nach Stein, *B* nach Hertwig u. Lesser, *C* nach M. Schultze.

wänden mit einander in Verbindung stehen und sämmtlich Protoplasma enthalten. Derartige mehrkammerige Schalen sind entweder gerade oder spiralig gewunden — was auch bei den einkammerigen Schalen der Fall sein kann — und besitzen dann öfters eine grosse Aehnlichkeit mit einer Nautilusschale, natürlich in sehr verkleinertem Maassstabe. Sowohl die ein- wie die mehrkammerigen sind entweder perforat, d. h. ausser der grossen Oeffnung von zahllosen feinen Oeffnungen durchbohrt, durch welche das Protoplasma hervortreten kann, oder imperforat, ohne derartige Oeffnungen. Bei den perforaten und bei einigen imperforaten liegt die Schale eigentlich im Protoplasma, indem ihre Oberfläche von diesem umflossen wird. — Die Schalen bestehen entweder aus einer chitinartigen Masse, an welcher bisweilen Sandkörnchen oder anderweitige Fremdkörperchen festgekittet sind, oder wesentlich aus kohlensaurem Kalk, so bei den meisten der im Meere lebenden Formen (auch die Kalkschale kann bei einigen durch angekittete Fremdkörperchen verstärkt sein).

Das Protoplasma ist in der Regel durch und durch gleichartig, zuweilen ist jedoch eine oberflächliche Schicht dadurch von dem übrigen verschieden, dass sie hyalin, körnerfrei erscheint, ohne übrigens von dem inneren körnigen Theil scharf gesondert zu sein. Manchmal finden sich im Protoplasma Pigmentkörnchen, öfters sind Vacuolen vorhanden, welche in der Regel nicht contractil sind. Der Kern ist von einfacher rundlicher Form; nicht selten sind mehrere (bisweilen zahlreiche) Kerne vorhanden. Die Pseudopodien sind entweder breite Lappen (Fig. 1, Fig. 47 *A*) oder feine Fädchen, welche dann in grosser Anzahl vom Thiere ausstrahlen und häufig netzförmige Verbindungen unter einander eingehen (Fig. 47 *C*); derartige dünne Pseudopodien besitzen oft eine bedeutende Länge, sie können bis etwa zehnmal so lang wie die Schale des Thieres werden. Mit Hülfe der Pseudopodien bewegt sich das Thier kriechend über den Boden des Meeres, über Pflanzen etc. fort; vermittelst derselben umfliesst es mikroskopische Organismen oder abgestorbene organische Theilchen, um dieselben in sich aufzunehmen und als Nahrung zu verwerthen.

Ueber die Fortpflanzung ist verhältnissmässig nur wenig bekannt. Für verschiedene Rhizopoden ist eine einfache Zweitheilung beobachtet worden; bei den beschalten Formen bildet sich gewöhnlich das eine der neugebildeten Individuen eine neue Schale, während das andere in der alten Schale bleibt; oder letztere wird ganz verlassen, und beide Individuen bilden sich je eine neue Schale. Auch kann innerhalb eines Thieres zuweilen eine grössere Anzahl kleiner Junger entstehen.

Von den Rhizopoden lebt ein Theil im Süsswasser; einige werden sogar in Moos oder in feuchter Erde, einzelne auf Mist angetroffen, einzelne leben als Schmarotzer (z. B. *Amoeba coli* im Darm des Menschen). Die Mehrzahl aber lebt im Meere, wo sie meistens auf Meerespflanzen, Thierstöcken oder am Boden selbst kriechend angetroffen werden, zumeist in geringeren Tiefen. Einige wenige Formen zeichnen sich dadurch aus, dass sie pelagisch, auf offenem Meere, in ungeheuren Schaaren umherschwimmen; ihre Schalen sinken nach dem Tode der Thiere auf den Grund des Meeres, wo man ausgedehnte Ablagerungen trifft, welche zum grossen Theil aus ihren Ueberresten zusammengesetzt sind (*Globigerina*). Auch in früheren Perioden haben derartige Ablagerungen von Rhizopoden-Schalen stattgefunden, welche,

in mehr oder weniger zertrümmertem Zustand, einen wichtigen Bestandtheil mächtiger Erdschichten ausmachen (Schreibkreide).

Die Amöben (*Amoeba*) mit lappenförmigen Pseudopodien und ohne Schale (vergl. S. 3—5) leben sowohl im Süsswasser wie im Meere. — Im Süsswasser findet man ferner mehrere Gattungen mit einfachen, einkammerigen, chitinösen (zuweilen mit Fremdkörpern bedeckten) Schalen (Fig. 47 *A*—*B*). — Von den zahlreichen im Meere lebenden, oft ungemein zierlichen, schalentragenden Formen ist eine in Fig. 47 *C* abgebildet. — Unter den ebenfalls sehr zahlreichen fossilen Formen nennen wir die durch ihre für ein Protozoon ungeheure Grösse ausgezeichnete Gattung *Nummulites* (Fig. 48).

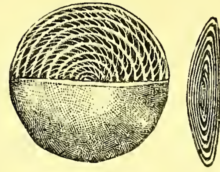


Fig. 48. *Nummulites distans* in natürl. Grösse; die linke Figur stellt ein in der oberen Hälfte längs durchschnittenes Exemplar dar, die rechte Figur einen Querschnitt. — Nach Archiac u. Haime.

2. Ordnung. **Radiolarien** (*Radiolaria*).

Die Radiolarien unterscheiden sich dadurch von den Rhizopoden, dass der grössere Theil ihres Protoplasmas in eine poröse, häutige Kapsel, die Centralkapsel, eingeschlossen ist. Ausserhalb der Centralkapsel findet sich noch eine dünne Protoplasmaschicht und ausserhalb letzterer wieder eine dünnere oder dickere Lage einer gallertigen Masse. Die Grundform des Körpers ist gewöhnlich eine

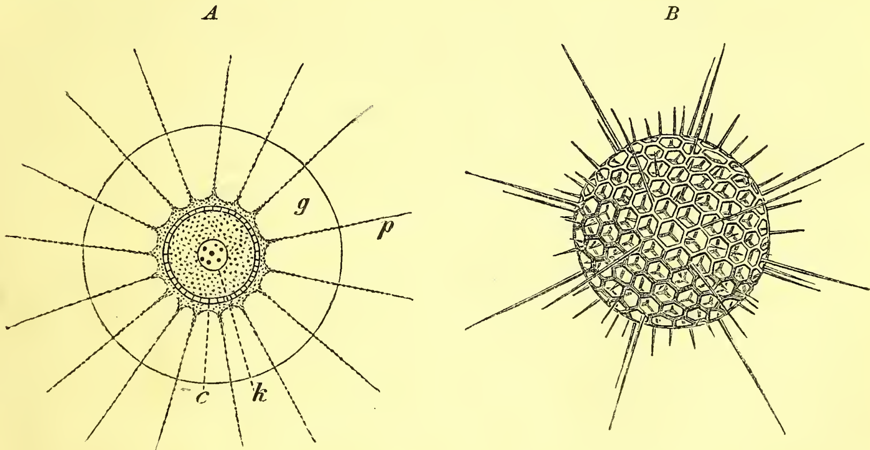


Fig. 49 *A*. Schematische Darstellung eines Radiolars mit Weglassung des Skeletes. *c* Centralkapsel, *g* Gallerthülle, *k* Kern, *p* Pseudopodien. — Orig.
Fig. 49 *B*. Skelet eines Radiolars. — Nach Haeckel.

kuglige; jedoch kommen mannigfache Abweichungen hiervon vor. Von festen Theilen findet sich im Thiere ausser der Centralkapsel ein gewöhnlich reich entwickeltes Skelet, in der Regel aus Kieselsäure (seltener aus einer organischen Substanz) bestehend. Das Skelet ist bei verschiedenen Formen höchst verschieden. Bei einigen besteht es aus einer Menge isolirter Stacheln, welche sämmtlich vom Mittelpunkte

des Thieres ausstrahlen, die Centralkapsel und die verschiedenen weichen Schichten des Thieres durchbohren und nach allen Seiten über die Oberfläche hinausragen. Bei anderen bildet das Skelet eine von vielen grossen Oeffnungen durchbrochene Gitterkugel, von deren Oberfläche zuweilen Stacheln ausstrahlen (Fig. 49 *B*). Bei anderen sind mehrere solche Gitterkugeln vorhanden, welche in einander eingeschachtelt liegen und durch radiäre, von der einen Kugel zur anderen gehende Stacheln verbunden sind; wenn zwei solche Kugeln vorhanden sind, liegt die eine innerhalb der Centralkapsel, die andere ausserhalb derselben; sind drei Kugeln vorhanden, so kann die innerste in dem centralen Kern liegen. In anderen Fällen ist die Schale mehr scheibenförmig oder helmförmig etc.; wir finden überhaupt in dieser Abtheilung die reichste Auswahl zierlicher Skeletbildungen.

In dem von der Centralkapsel eingeschlossenen Protoplasma findet sich ein Kern (zuweilen mehrere solche), ausserdem sind Vacuolen (nicht contractile), weisse, rothe oder gelbe Oeltropfen, Pigment (rothes, gelbes, braunes) in demselben vorhanden. Von der dünnen Protoplasmalage, welche die Centralkapsel umgiebt, strahlen die feinen, dünnen Pseudopodien gewöhnlich nach allen Seiten aus; sie gehen öfters netzförmige Verbindungen mit einander ein. Sie durchsetzen zunächst den wasserhellen Gallertmantel und ragen dann als lange, dünne Fäden in das Wasser hinaus. In dem Protoplasma ausserhalb der Centralkapsel finden sich häufig Vacuolen, welche auch in demjenigen Theil der Pseudopodien, der die Gallertlage durchsetzt, vorhanden sein können, wodurch die Gallerte ein blasiges, schaumiges Aussehen bekommt [1]). Die Nahrung, einzellige Thiere und Pflanzen, werden von den Pseudopodien gefangen und in das Protoplasma hineingezogen.

Die Fortpflanzung ist ungenügend bekannt. Bei gewissen Formen hat man gefunden, dass der Inhalt der Centralkapsel sich in eine Anzahl kleiner, mit je 1—3 langen Wimpergeisseln versehener Zellen, „Schwärmsporen", theilen kann; das weitere Schicksal letzterer ist nicht bekannt, man weiss nur, dass sie die Kapsel sprengen und frei herausschwärmen [2]). — Einige Radiolarien bilden durch wiederholte Theilung Colonien, deren Individuen durch den gemeinsamen Gallertmantel zusammenhängen.

In den Radiolarien findet man sehr oft, zuweilen in grosser Anzahl, kleine gelbe Zellen, welche früher — mit anderen Verhältnissen zusammen — zu der Ansicht Veranlassung gaben, dass die Radiolarien mehrzellige Organismen seien. Durch neuere Untersuchungen ist jedoch nachgewiesen, dass diese Zellen in Wirklichkeit selbständige Organismen, kleine Algen, sind, welche in den Radiolarien schmarotzen oder, richtiger, in denselben Aufenthalt nehmen, denn die gelben Zellen scheinen den von ihnen bewohnten Radiolarien eher nützlich als schädlich zu sein, namentlich durch die bei ihnen wie bei anderen Pflanzen stattfindende Sauerstoffausscheidung, welche der Respiration der Radiolarien zu Gute kommt (Symbiose).

1) Die Vacuolen enthalten (wenigstens bei einigen Radiolarien) eine wässerige Flüssigkeit von geringerem specifischen Gewicht als das Meerwasser. Auf äussere Reize, z. B. in Folge heftiger Bewegung des Wassers, zieht sich das Protoplasma zusammen, einige Vacuolen werden gesprengt, und das Thier sinkt; nach Stürmen trifft man deshalb keine Radiolarien an der Oberfläche. Durch spätere Neubildung der Vacuolen steigen die Radiolarien wieder empor.

2) Bisweilen entstehen in ein und derselben Centralkapsel zweierlei Schwärmer, grössere und kleinere, Makro- und Mikrosporen.

Die Radiolarien leben ausschliesslich im Meere, wo sie auf offener See schwimmend angetroffen werden; sie halten sich in sehr verschiedener Tiefe auf, jedoch ohne Zweifel besonders nahe der Oberfläche, wo man sie, namentlich in den wärmeren Meeren, in ungeheuer grosser Anzahl und grossem Formenreichthum findet. Ebenso wie die Schalen der pelagischen Rhizopoden sinken auch die Kieselskelete der Radiolarien auf den Boden des Meeres, wo sie an einigen Stellen die Hauptmasse ausgedehnter Tiefsee-Ablagerungen bilden.

Im Süsswasser (seltener im Meere) lebt eine kleine Protozoën-Gruppe, die **Sonnenthierchen** (*Heliozoa*), welche sich durch den Mangel einer Centralkapsel von den Radiolarien unterscheiden, während sie sich sonst

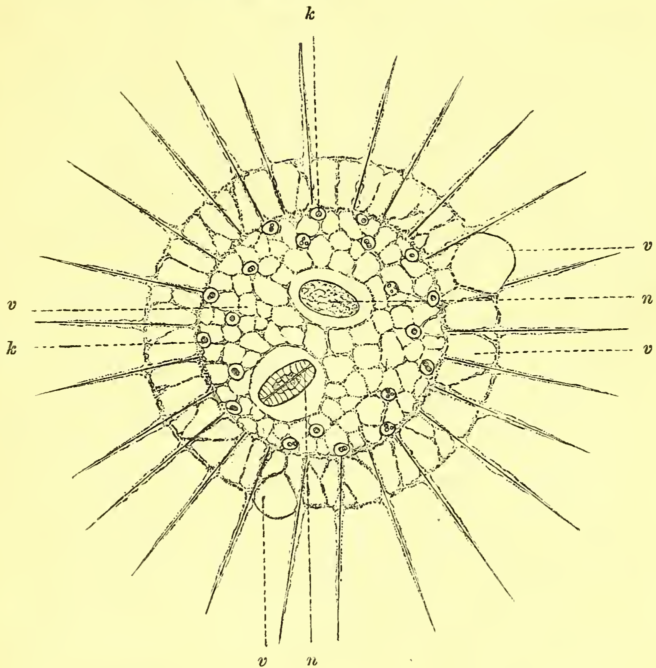


Fig. 50. *Actinosphaerium Eichhornii.* *k* Kern, *n* aufgenommene Nahrung, *v* Vacuolen. (Nach R. Hertwig.)

in den meisten Beziehungen denselben anschliessen: das Skelet besteht, wo es vorhanden ist, aus Kiesel (Gitterkugeln oder Stacheln), die Pseudopodien sind strahlig angeordnet. Von den Süsswasser-Formen erwähnen wir das ansehnliche *Actinosphaerium Eichhornii* (von der Grösse eines Stecknadelkopfes) mit zahlreichen Kernen in dem sehr vacuolenreichen Protoplasma; demselben geht ein Kieselskelet ab, die Pseudopodien sind aber von je einem festeren, aus organischer Substanz bestehenden Achsenfaden gestützt.

2. Classe. **Infusionsthierchen** (*Infusoria, Ciliata*).

Bei den Infusionsthierchen besitzt eine dünne äusserste Schicht eine festere Beschaffenheit als das übrige Protoplasma, und damit hängt es zusammen, dass den Infusionsthierchen das Vermögen abgeht, Pseudopodien auszusenden. Eine Formveränderung des meistens abgerundeten,

ovalen oder mehr länglichen Leibes ist dadurch nicht ausgeschlossen: der Körper kann sich verlängern, verkürzen, abrunden. An zwei Stellen der Oberfläche fehlt übrigens die erwähnte festere Schicht; die eine dieser Stellen dient zur Nahrungsaufnahme und wird als Mund bezeichnet, durch die andere, den After, treten die unverdauten Theile wieder nach aussen. Die beiden Oeffnungen sitzen meistens nahe den entgegengesetzten Enden des Körpers; das Ende, an welchem der Mund sitzt, wird als Vorderende, das andere als Hinterende bezeichnet; der Mund befindet sich meistens am Boden einer öfters ziemlich tiefen, trichterförmigen Einsenkung, während der After nur dann als ein Spalt sichtbar wird, wenn etwas durch ihn entleert wird. Die Infusionsthierchen sind durchweg mit Wimperhaaren versehen, welche bei der Bewegung die Hauptrolle spielen. Sie sind bei einigen gleichmässig, öfters in Längsreihen angeordnet, über die gesammte Oberfläche verbreitet; bei anderen sind in dem Wimperkleid einige besonders stark oder eigenthümlich gebildete (stachel-, hakenförmige) Wimperhaare vorhanden, oder es finden sich eine oder mehrere Reihen derartiger Wimperhaare zwischen den anderen; besonders häufig ist das Vorhandensein einer spiralförmigen Reihe kräftiger Wimperhaare am vorderen Körperende, durch welche die Nahrung der Mundöffnung zugestrudelt wird. Bei anderen wieder ist das gesammte Wimperkleid mit Ausnahme der letztgenannten (oder dieser und noch einer Wimperhaarreihe) in Wegfall gekommen [1]). — Derartige feste Skeletbildungen wie bei den Schleimthieren kommen hier nicht vor; einige Infusionsthierchen sondern aber ein gallertiges oder häutiges, becher- oder röhrenförmiges Gehäuse ab, welches den Körper lose umgiebt und in welches sie sich zurückziehen können (das Verhältniss des Thieres zum Gehäuse ist ein ähnliches wie zwischen einem Röhrenwurm und dessen Röhre). Das Gehäuse ist gewöhnlich fremden Körpern angeheftet; bei einigen im Meere lebenden Infusorien trägt das Thier aber das Gehäuse mit sich umher.

Im Protoplasma finden sich (Fig. 52) ein grösserer Hauptkern (richtiger Grosskern, *Macronucleus*), welcher bald rundlich, bald wurst- oder bandförmig oder perlschnurförmig ist, und ein oder mehrere kleinere Nebenkerne (richtiger Kleinkerne, *Micronuclei*); selten sind mehrere Grosskerne vorhanden. In der Nähe der Oberfläche finden sich eine oder mehrere contractile Vacuolen, welche das in ihnen enthaltene Wasser durch je eine oder mehrere feine Poren nach aussen entleeren, um nachher wieder Wasser aus dem Protoplasma aufzunehmen. Im äusseren Theil des Protoplasmas findet man häufig feine Fädchen von contractiler Substanz, Muskelfibrillen. Im Protoplasma können ausserdem noch Fettkügelchen und Pigmentkörnchen vorhanden sein.

Die Infusionsthierchen pflanzen sich durch Theilung (Fig. 52) fort, welche gewöhnlich senkrecht zur Längsachse erfolgt, also eine Quertheilung ist; vor der Theilung theilen sich sowohl der Haupt- als der Nebenkern.

Während eine Copulation bei den Infusorien selten angetroffen wird, findet dagegen eine Conjugation, eine zeitweilige Vereinigung zweier Individuen mit nachfolgender Trennung, sehr häufig statt. Die beiden

1) Bei einigen Infusorien findet man sogenannte Membranellen, schwingende blattförmige Gebilde, deren jedes als eine kurze Reihe mit einander verschmolzener Wimperhaare aufzufassen ist. Die sogenannten undulirenden Membranen, längere, bandartige, mit dem einen langen Rand angeheftete, schwingende Theile, welche auch zuweilen vorkommen, sind als Membranellen zu betrachten, welche aus langen Reihen von Wimperhaaren entstanden sind.

Individuen verwachsen an einer begrenzten Stelle mit einander, und während (und nach) der Vereinigung findet eine Reihe von Umbildungen der Kerne und ein theilweiser Austausch derselben statt [1]).

Die näheren Umstände dabei sind folgende: Der Hauptkern nimmt eine unregelmässige Form an, zerfällt in mehrere Stücke und löst sich schliesslich im Protoplasma auf. Gleichzeitig theilt sich der Nebenkern in mehrere (Fig. 51, 2), welche aber bis auf einen wieder verschwinden (Fig. 51, 3). Der übrig gebliebene Nebenkern theilt sich in zwei (Fig. 51, 4), von welchen der eine in das andere Individuum überwandert (Fig. 51, 5—6):

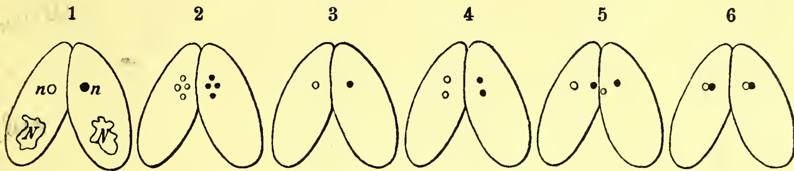


Fig. 51. Zwei Infusionsthierchen in verschiedenen Stadien der Conjugation. Schema. *n* Nebenkern, *N* Hauptkern. Der Nebenkern des einen Exemplars ist hell, derjenige des anderen dunkel gehalten. Siehe den Text. — Orig.

es findet ein gegenseitiger Austausch von Nebenkernen statt. Dann trennen sich die Paarlinge. Die beiden Nebenkerne in jedem Individuum, von welchen also der eine von dem anderen Paarling herstammt, verschmelzen mit einander, und durch Theilung des so gebildeten Kerns entstehen nachher ein neuer Hauptkern und ein neuer Nebenkern.

Die Nahrung der Infusorien besteht vorzugsweise aus einzelligen Pflanzen und Thieren: Bakterien, Diatomeen, Flagellaten, anderen Infusorien u. s. w. Bei manchen wird die Nahrung, wie oben erwähnt, dem Munde zugestrudelt; andere sind im Stande, mit den Lippen der Mundöffnung (welche zuweilen von stäbchenartigen Gebilden gestützt ist) ihre Beute zu ergreifen. Die Infusorien sind grösstentheils sehr lebhafte Geschöpfe, welche vermittelst ihres Wimperkleides und durch Contractionen des Körpers im Wasser umherschwärmen oder über fremde Gegenstände hingleiten. Nicht wenige sind zeitweilig oder dauernd festsitzend; unter diesen bilden mehrere durch unvollständige Theilung (oder Knospung) Colonien. Die Infusorien finden sich in grosser Individuenanzahl und durch zahlreiche Formen repräsentirt im Süsswasser, wo viele derselben sich besonders an verwesenden Pflanzen und Thierleichen sammeln; in verhältnissmässig geringerer Anzahl leben sie im Meere; eine Abtheilung gehäusetragender Infusorien ist pelagisch: die betreffenden Formen schwimmen auf dem offenen Meere mit Radiolarien und pelagischen Rhizopoden zusammen umher. Einzelne leben als Schmarotzer auf der Haut von Fischen und anderen Wasserthieren; nicht ganz selten kommen Infusorien im Darmkanal verschiedener Wirbelthiere vor. — In eingekapseltem Zustande werden sie häufig nach dem Austrocknen der Pfützen etc., in denen sie leben,

1) Die Conjugation tritt gewöhnlich ein, wenn die Thiere sich eine Zeit lang lebhaft durch Theilung vermehrt haben und die Nahrung dann erschöpft wird. Bei einer fortdauernden reichlichen Ernährung tritt keine Conjugation ein, und die Theilungen dauern fort; die Folge ist dann aber eine Degeneration der Individuen und schliessliches Absterben derselben.

von den Lufströmungen mit anderem „Staub" zusammen fortgeschleppt, und überall, wo eine Möglichkeit für das Gedeihen der Infusorien gegeben ist, treten sie deshalb sehr bald auf.

Fig. 52.

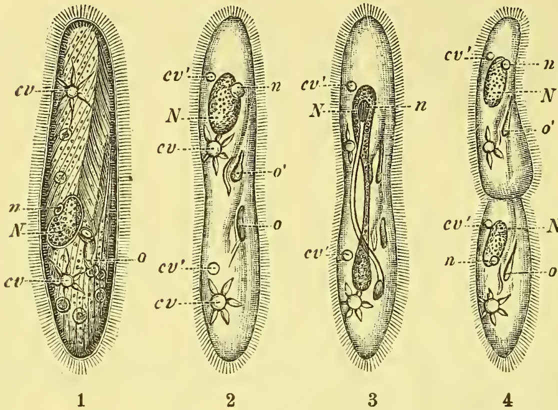


Fig. 53.

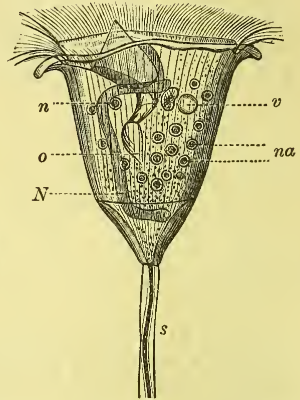


Fig. 52. 1 Ein Infusionsthierchen (*Paramaecium*). 2—4 Dasselbe in verschiedenen Stadien der Theilung; in 2 haben der Mund und die contractilen Vacuolen sich verdoppelt; in 3 haben sich Haupt- und Nebenkern stark verlängert und eingeschnürt, in 4 haben dieselben sich getheilt. *cv* contractile Vacuole, *cv'* neugebildete Vacuole, *o* Mund, *o'* neugebildeter Mund, *N* Hauptkern, *n* Nebenkern. — Nach Bütschli.

Fig. 53. Eine Vorticelle; unterer Theil des Stiels nicht gezeichnet. *na* Nahrung, *s* Stiel. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 52. — Nach Bütschli.

1. Von den zahlreichen im Süsswasser lebenden Infusorien nennen wir beispielsweise folgende häufig vorkommenden Formen: *Paramaecium*, Körper oval, ringsum gleichförmig mit Wimpern bedeckt. — *Stylonychia*, oval, vorn mit einer zum Mund führenden Wimperreihe, an der Unterseite mit starken stachel- und hakenförmigen Wimperhaaren. — Die *Vorticellen* (Glockenthierchen), gestielte Infusorien, welche am Vorderende mit einer Wimperspirale versehen, sonst aber nackt sind; sowohl Mund als After in einer gemeinsamen Rinne am Vorderende; am entgegengesetzten Ende entspringt der gewöhnlich von einem Muskelfaden durchzogene, häufig sehr lange Stiel, mit dem das Thier an Fremdkörpern festsitzt. Sie können sich zuweilen vom Stiele ablösen und frei umherschwimmen [1]). Manche Vorticellen bilden verästelte Colonien.

2. Auf dem offenen Meere trifft man zuweilen massenhaft die mit einem zierlichen Chitin-Gehäuse ausgestatteten Arten der Gattung *Tintinnus* u. a.

3. Unter den schmarotzenden Infusorien nennen wir das *Balantidium coli*, welches im Dickdarm des Schweines constant, beim Menschen seltener vorkommt; der Körper eiförmig, überall bewimpert, in der Nähe des Mundes eine Reihe etwas stärkerer Wimperhaare. —

1) Von Interesse ist die Conjugation der Vorticellen, welche zwischen einem grösseren festsitzenden (Makrogameten) und einem kleineren freischwimmenden Individuum (Mikrogameten) stattfindet. Letzteres heftet sich dem grösseren an, und die Conjugation verläuft in gewohnter Weise; nach Austausch des Nebenkerns wird aber das Protoplasma des Mikrogameten in den Makrogameten aufgenommen, und die leere Hülle des ersteren fällt ab.

Andere Infusorien finden sich z. B. im Pansen der Wiederkäuer und im Dickdarm des Pferdes.

Unter dem Namen **Flagellaten** wird eine grosse Menge sehr verschiedenartiger einzelliger Geschöpfe znsammengefasst, welche sich durch das Vorhandensein einer einzigen starken Wimpergeissel oder einer geringen Anzahl solcher auszeichnen. Eine natürliche Abtheilung bilden diese Organismen jedoch nicht. Einige derselben scheinen sich den Infusorien zunächst anzuschliessen, jedenfalls zweifellos dem Thierreich anzugehören, andere sind unzweifelhaft pflanzliche, mit Chlorophyll ausgestattete Organismen (vergl. S. 90), wieder andere sind von ganz zweifelhafter Stellung. Von denjenigen Flagellaten, welche thierischer Natur sind, nennen wir die Monadinen, kleine mit einer oder mehreren Geisseln am Vorderende ausgestattete Organismen, welche in faulenden Substanzen und im Darmkanal verschiedener Thiere in ungeheurer Anzahl vorkommen; einige Arten finden zich z. B. constant im Magen der Wiederkäuer, im Blinddarm des Schweines, im Enddarm der Frösche und Kröten; auch im Darm des Menschen sind Monadinen gefunden worden.

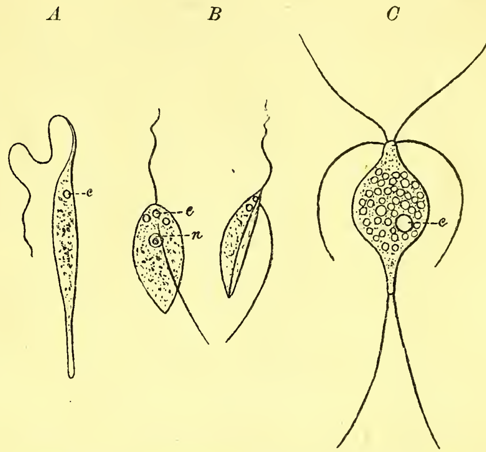


Fig. 54. Verschiedene Monadinen. *A Cercomonas muscae* (aus dem Chylusdarm der Stubenfliege), *B Bodo ovatus*, *C Hexamita rostrata*. *c* contractile Vacuole, *n* Kern. — Nach Stein.

3. Classe. Gregarinen (*Gregarinida*).

Die Gregarinen, welche ohne Ausnahme als Schmarotzer leben, sind ebenso wie die Infusionsthierchen ausser Stande, Pseudopodien auszusenden, unterscheiden sich aber von jenen unter Anderem dadurch, dass sie keine Wimperhaare besitzen. Ihr einzelliger Körper ist gewöhnlich, wenn auch nicht immer, mit einer deutlichen Hülle ver-

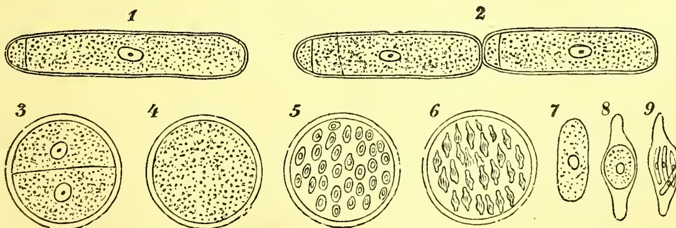


Fig. 55. Eine Gregarine (Schema). 1 ein einzelnes Individuum, 2 zwei copulirte Individuen, 3 zwei solche eingekapselt, 4 dieselben völlig verschmolzen, 5 sie haben sich in Sporen getheilt, 6 in den Sporen sind Keime gebildet, 7—9 eine Spore auf verschiedenen Entwicklungsstufen, stärker vergr. — Orig.

sehen; häufig ist das Protoplasma in zwei Schichten, eine innere körnige und eine äussere mehr körnerfreie, gesondert, welche jedoch nicht scharf von einander unterschieden sind. Fast immer ist nur ein einziger, rundlicher Kern vorhanden. Die Gregarinen sind meistens langgestreckt; bei manchen ist die Zelle in einen vorderen kleineren und einen hinteren grösseren Abschnitt (in dem sich der Kern befindet) getheilt, welche durch eine dünne Scheidewand von einander gesondert sind; bei anderen ist die Zelle dagegen ganz einfach. Zuweilen findet sich am vorderen Ende ein rüsselartiger, öfters mit Haken bewaffneter Fortsatz, durch welchen sie sich in der Darmwand des Wirthes festhält. Durch Zusammenziehen und Ausstrecken des Körpers, durch Biegungen etc., welche auf Strömungen des Protoplasmas beruhen, bewegen sich die Gregarinen in dem Wohnthiere fort. Die Nahrung wird endosmotisch durch die Oberfläche des Körpers aufgenommen; eine Aufnahme fester Theile findet nicht statt.

Die Fortpflanzung ist eine sehr charakteristische. Sie fängt damit an, dass der Körper des Thieres sich abrundet und eine Kapsel um sich ausscheidet; zuweilen ist die eigentliche feste Kapselwand von einer Gallerthülle umgeben. Dieser Einkapselung geht meistens eine Copulation zweier Individuen voraus, welche sich mit einander verbinden, zunächst jedoch ohne mit einander zu verschmelzen; eine wirkliche Verschmelzung findet erst nach der Einkapselung statt. Doch kann sich auch ein einziges Individuum allein einkapseln. Der Kapselinhalt theilt sich alsdann in eine grössere oder geringere Anzahl kleiner Zellen, Sporen, welche sich mit je einer besonderen Hülle umgeben. Endlich theilt sich der Inhalt jeder Spore in eine geringe Anzahl kleinster Zellen, gewöhnlich von langgestreckter Form, die sogenannten Keime. Durch Sprengung der Kapsel werden letztere frei; ihre weitere Entwicklung ist nicht verfolgt, es ist jedoch wahrscheinlich, dass jeder Keim sich zu einer Gregarine ausbildet. Die Fortpflanzung der Gregarinen besteht somit, wenn wir das Wesentlichste derselben betrachten, in einer wiederholten, meistens durch eine Copulation eingeleiteten Theilung der ursprünglichen Zelle.

Die Gregarinen leben als Schmarotzer in einer Menge Metazoën der verschiedensten Abtheilungen: Stachelhäuter, Plattwürmer, Gliederwürmer, Arthropoden, Weichthiere, Wirbelthiere; als Gruppen, welche besonders von Gregarinen heimgesucht sind, können Tausendfüssler und Insekten genannt werden. Sie halten sich theils in den natürlichen Höhlungen des Körpers (z. B. im Darmkanal), theils in den Geweben auf.

Von den zahlreichen Formen führen wir folgende als Beispiele an:

1. *Porospora gigantea*, sehr häufig im Darm des Hummers, ist eine sehr langgestreckte, schmale Gregarine, welche die für ein Protozoon kolossale Länge von 16 mm erreicht.

2. *Coccidium oviforme* sind kleine (0,035 mm lange) eiförmige Gregarinen, welche häufig im Epithel der Gallengänge beim Kaninchen, selten beim Menschen vorhanden sind (die dadurch verursachte Krankheit kann den Tod herbeiführen). Während das Coccidium jung ist, ist es noch eine nackte Zelle, später erfolgt eine Einkapselung. In diesem Zustande haben sie eine grosse Aehnlichkeit mit Eiern gewisser Eingeweidewürmer, womit sie zuweilen verwechselt worden sind. Nach der Einkapselung gelangen sie mit der Galle in den Darm und von hier mit den Excrementen ins Freie, wo erst die weiteren Umwandelungen vor sich gehen; diese

bestehen darin, dass der Kapselinhalt sich in 4 Sporen theilt, deren jede sich wieder zu 2 Keimen entwickelt. Wenn eine derartige sporenhaltige Coccidienkapsel von einem Kaninchen mit der Nahrung aufgenommen wird, so löst sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Kapselwand auf, die Keime wandern durch den Gallengang in die Leber ein und entwickeln sich hier zu Coccidien.

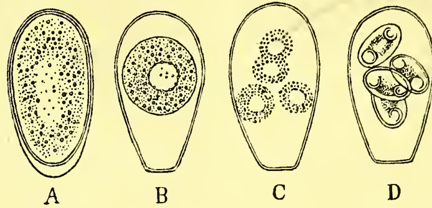


Fig. 56. *Coccidium oviforme*, *A—B* eingekapselt, *C—D* in Sporen- und Keimbildung. — Nach Leuckart.

3. In den quergestreiften Muskelfasern findet man bei vielen Säugethieren, z. B. ungemein häufig beim Schweine, kleine Körper, die sogenannten Rainey'schen oder Miescher'schen Schläuche (*Sarcocystis*) eingebettet. Es sind cylindrische oder spindelförmige Körper von verschiedener (bis zu mehreren mm) Länge, welche in je eine Muskelfaser eingeschlossen liegen; jeder ist von einer Hülle umgeben und besteht aus einer protoplasmatischen Masse, welche stets eine grosse Anzahl kleiner Keime enthält; letztere sind zu Gruppen vereinigt, welche von je einem dünnen Häutchen umschlossen sind. Die Rainey'schen Schläuche werden jetzt gewöhnlich als Geschöpfe aufgefasst, welche mit den Gregarinen verwandt sind; die genannten Gruppen von Keimen werden als den Sporen der Gregarinen gleichwerthig betrachtet. Falls dieser Vergleich zutrifft, würde es ihnen jedoch eigenthümlich sein, dass die Sporen- und Keimbildung sehr früh anfängt, ehe das Wachsthum des Schlauches abgeschlossen ist (schon in sehr kleinen Schläuchen findet man Keime), und ganz allmählich fortgeht, so dass immer neue Theile des Protoplasmas zu Sporen und Keimen werden. In welcher Weise der Wirth mit den Rainey-schen Schläuchen inficirt wird, ist unbekannt; in der Regel scheinen sie ihm nicht sehr lästig zu werden. Sie sind bisher nicht beim Menschen gefunden.

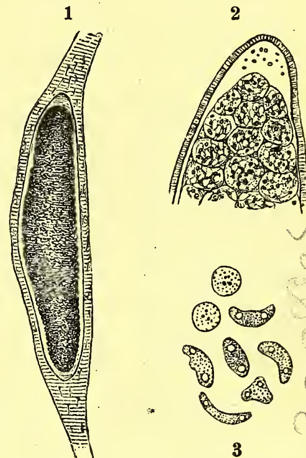


Fig. 57. 1 Rainey'scher Schlauch in einer Muskelfaser, 2 die Spitze eines solchen, stärker vergr., 3 einzelne Keime. — Nach Leuckart.

Zweites Unterreich.

Metazoën (*Metazoa*).

---

1. Kreis. **Cölenteraten** (*Coelenterata*).

Die Cölenteraten zeichnen sich in erster Linie durch die grosse Einfachheit ihres Baues sowie durch die geringe Sonderung des Körpers in verschiedene Organe aus. Unter allen bekannten Metazoën nehmen sie die ursprünglichste Stelle ein.

Die Cölenteraten treten in verschiedenen Haupttypen auf. Im einfachsten Fall ist der Körper ein kürzerer oder längerer, an

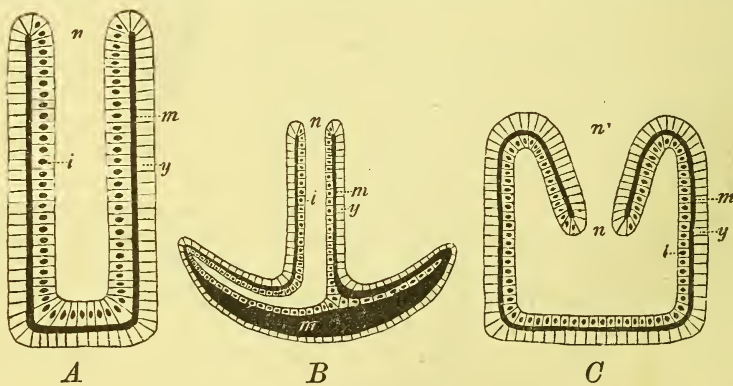


Fig. 58. Schematische Figuren der Haupttypen der Cölenteraten. *A* die einfachste Form, *B* die Medusenform, *C* der Typus der Korallenthiere. *i* Innenlage, *m* Mittellage, *y* Aussenlage, *n* Mundöffnung, *n'* die äussere Oeffnung des Schlundrohres der Korallenthiere. — Orig.

dem einen Ende offener, am anderen Ende geschlossener Schlauch mit dreischichtiger Wand (Fig. 58 *A*). Zuäusserst befindet sich die aus Zellen bestehende Aussenlage, innerhalb dieser eine dünne Schicht, die Mittellage, welche aus einer structurlosen Gallerte besteht, und zuinnerst die wieder aus Zellen bestehende Innenlage, welche die Höhlung des Schlauches begrenzt; an der Mündung des Schlauches, an der Mundöffnung, gehen die Innen- und Aussenlage

in einander über. Wie man sieht, entfernen Cölenteraten des beschriebenen Baues sich im allgemeinen Bauplan sehr wenig von der Gastrula, von welcher sie wesentlich nur darin abweichen, dass die Aussen- und Innenlage, welche dem Ekto- resp. dem Entoderm der Gastrula entsprechen, eine Gallertmasse (die Mittellage) zwischen sich abgesondert haben. Dazu kommt aber noch, wie wir weiter unten sehen werden, dass die Zellen jeder Schicht nicht wie in der Gastrula gleichartig, sondern in verschiedener Weise, einige als Muskelzellen, andere als Nervenzellen etc., entwickelt sind.

An diese einfachste Form schliessen sich nun andere Typen von etwas complicirterer Gestaltung an, welche von jener abgeleitet werden können. Vielfach hat sich (Fig. 58 *B*) das untere geschlossene Ende des Schlauches zu einer gewölbten Scheibe ausgebreitet, so dass das Thier einem altmodischen Handleuchter ähnlich wird. Der scheibenförmige Theil besteht aus denselben Schichten wie der übrige Körper; die Mittellage ist jedoch an der convexen Seite besonders stark entwickelt, und die beiden Blätter der Innenlage, welche die obere resp. die untere Wand der Höhlung dieses Theiles auskleiden, sind an gewissen Stellen mit einander verwachsen, so dass wir anstatt eines platten, einfachen Hohlraumes ein System von Kanälen in ihm finden; an den verwachsenen Stellen schrumpft die Innenlage zu einem dünnen Häutchen zusammen. Während Cölenteraten des ersten, einfachsten Typus gewöhnlich festsitzend sind, sind diejenigen, welche den soeben erwähnten Typus, die Medusenform, besitzen, gewöhnlich schwimmend; die Scheibe ist während des Schwimmens nach oben, die Oeffnung des Schlauches nach unten gerichtet.

Einen dritten Typus finden wir bei den Korallenthieren (Fig. 58 *C*). Bei diesen ist der Schlauch mit einer sehr weiten Höhlung versehen, in welche der oberste Theil desselben eingestülpt ist, so dass die eigentliche Mundöffnung sich am unteren Ende des eingestülpten Schlauchtheiles, des sogenannten Schlundrohres, befindet.

Die Cölenteraten sind gewöhnlich mit weichen Körperanhängen: Fangarmen, Tentakeln, versehen, welche Auswüchse oder Ausstülpungen der Leibeswand sind und aus denselben Schichten zusammengesetzt werden wie letztere; sie sind gewöhnlich in der Nähe der Mundöffnung, bei den Medusen jedoch auch am Rande der Scheibe angebracht.

Im ganzen Körperbau, z. B. in der Weise, in welcher die soeben genannten Anhänge angeordnet sind, und in der Weise, in welcher die Kanäle sich in der Scheibe der Medusen vertheilen, macht sich ein mehr oder wenig scharf ausgeprägter strahliger (radiärer) Bauplan geltend, und zwar so, dass die Hauptaxe, um welche die Strahlen sich ordnen, mit der Mittelaxe des Schlauches zusammenfällt. Die Anzahl der Strahlen ist bei den verschiedenen Gruppen der Cölenteraten eine verschiedene; meistens kann der Körper in 4 oder 2 $\times$ 4 Strahlen getheilt werden, bei anderen in 6 oder ein Multiplum von 6.

Die Aussenlage, welche die äussere Bekleidung des Körpers bildet (entspricht zunächst der Oberhaut anderer Metazoën), ist ein eigenthümliches einschichtiges Epithel, dessen Zellen eine sehr verschiedenartige Entwicklung erreicht haben. Einige derselben sind einfache Epithelzellen, zuweilen Cylinderzellen, mit einem oder mehreren Wimperhaaren versehen, in anderen Fällen platte Zellen; solche Zellen können den Oberhautzellen anderer Metazoën völlig gleichgestellt werden,

und wir bezeichnen sie deshalb als die eigentlichen Oberhautzellen. Andere sind diesen ähnlich und sitzen zwischen ihnen, sind aber dadurch ausgezeichnet, dass ihr inneres Ende sich zu einem contractilen Fäserchen umgewandelt hat, so dass ihr äusserer, protoplasmatischer Theil als Epithelzelle, ihr innerer Theil als Muskelfaser fungirt; derartige Zellen, welche nur bei den Cölenteraten vorkommen, werden als Epithelmuskelzellen bezeichnet[1]). Aehnliche Zellen können aber auch aus der engeren Verbindung mit den übrigen Epithelzellen austreten und innerhalb derselben als einfache Muskelzellen Platz nehmen; bei solchen liegt dann das nicht zu contractiler Substanz umgebildete Protoplasma mit dem Kern (wie bei manchen Muskelzellen anderer Thiere) auf der einen (äusseren) Seite des contractilen Fäserchens. Zwischen den eigentlichen Oberhautzellen, oder

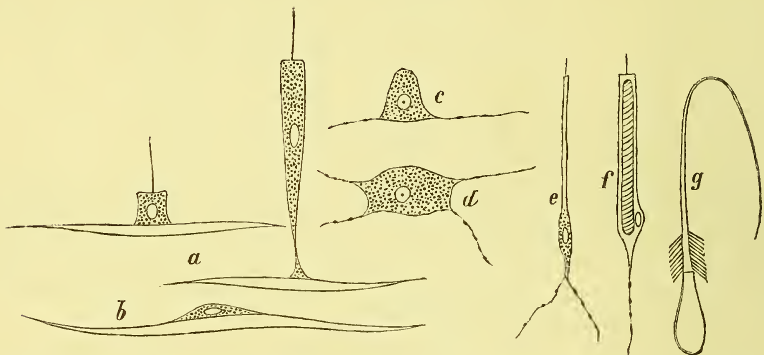


Fig. 59. Zellen eines Cölenteraten (Actinie). *a* Epithelmuskelzellen, *b* Muskelzelle, *c—d* Ganglienzellen, *e* Sinneszelle, *f* Nesselzelle, *g* Nesselkapsel mit hervorgeschnelltem Faden. — Z. Th. nach Hertwig, z. Th. Orig.

zwischen den Epithelmuskelzellen, können ferner Sinneszellen vorkommen, feine, dünne Zellen, welche an ihrem äusseren (freien) Ende je ein feines Stiftchen tragen, während das innere Ende sich in einen oder mehrere feinste Fäden fortsetzt. Zwischen den inneren Enden der übrigen Zellen oder ganz unterhalb derselben liegen gewisse Zellen, welche nach ihrem ganzen Aussehen als Ganglienzellen aufgefasst werden müssen; von jeder solchen gehen nach verschiedenen Richtungen mehrere ähnliche feine Fäden aus wie von den Sinneszellen, mit deren Ausläufern sie verflochten sind. — In der Aussenlage findet sich ferner meistens eine Anzahl von Nesselzellen, deren jede an ihrem äusseren Ende ein feines Stiftchen trägt und in ihrem Inneren eine sogenannte Nesselkapsel beherbergt, ein blasenförmiges Körperchen, das einen aufgewundenen Faden einschliesst, welcher unter gewissen Umständen, namentlich wenn das Thier berührt wird, aus der Kapsel mit grosser Kraft hervorgeschleudert wird; an dem Faden haftet eine ätzende Flüssigkeit, welche an der Haut des Menschen eine brennende Empfindung hervorrufen kann (bei einigen Formen ist die Wirkung kräftiger als bei anderen), während sie kleinere Thiere lähmen oder gar zum Absterben bringen kann. Endlich können in der Aussenlage Zellen vor-

1) In der neuesten Zeit hat man angeblich auch Epithelmuskelzellen bei verschiedenen Stachelhäutern und bei einzelnen Borstenwürmern gefunden.

handen sein, welche Becherzellen ähnlich sind und den diese Thiere öfters bedeckenden Schleim absondern (Drüsenzellen). — Uebrigens muss hervorgehoben werden, dass die beschriebenen, die Aussenlage zusammensetzenden Zellen nicht gleichmässig über den ganzen Körper vertheilt, sondern im Gegentheil an verschiedenen Stellen sehr ungleich vertreten sind: einige Theile sind reicher an Muskelzellen, Ganglienzellen etc. als andere. — Es mag hier noch erwähnt werden, dass bei einigen Cölenteraten ein Theil des Körpers mit einer von der Aussenlage ausgeschiedenen Cuticula umgeben ist; ferner können gewisse Theile der Aussenlage zu Augen oder Gehörwerkzeugen von einfacher Form umgebildet sein.

Die Innenlage, dem Darmepithel anderer Metazoën entsprechend und dem Entoderm der Gastrula entstammend, schliesst sich in ihrem Bau eng an die Aussenlage an, indem in ihr ausser einfachen Fpithelzellen auch Epithelmuskelzellen, Muskelzellen, Sinneszellen, Ganglienzellen, Nesselzellen und Drüsenzellen vorhanden sein können. In Einzelheiten, z. B. in der Form der Zellen, können übrigens nicht ganz geringe Unterschiede zwischen den beiden Schichten bestehen[1]).

Die Mittellage ist bei einigen Cölenteraten eine dünne, structurlose Schicht ohne Zellen. Bei anderen ist sie mächtiger entwickelt, und es wandern dann häufig in dieselbe von der Aussen- und Innenlage Zellen hinein, so dass die Mittellage ein bindegewebsartiges Gepräge annimmt. (Seltener, bei den Rippenquallen, entwickelt sich ein Theil der eingewanderten Zellen zu Muskel- und Ganglienzellen). In der Mittellage können sich bei einigen Cölenteraten feste Körper entwickeln, worüber Näheres unten.

Eier und Spermatozoën entwickeln sich bei einigen Cölenteraten in der Aussenlage, bei anderen in der Innenlage, durch Umbildung der dortigen Zellen. Im Allgemeinen werden sie an bestimmten Stellen des Körpers gebildet, welche dann nach Analogie mit anderen Thieren als Eierstöcke und Hoden bezeichnet werden, bei einigen aber mehr zerstreut an verschiedenen Körperstellen.

Aus der obigen Schilderung geht hervor, dass sich eine ausserordentliche Einfachheit im Baue der Cölenteraten geltend macht. Der Hauptsache nach besteht das Thier zeitlebens aus den zwei Blättern der Gastrula, welche sich lediglich insofern weiter entwickeln, als die sie zusammensetzenden Zellen eine verschiedenartige Ausbildung erleiden. Ein eigentliches Mesoderm, welches bei anderen Metazoën frühzeitig als eine besondere Zellenmasse (oder als mehrere solche) angelegt wird, aus welcher grosse Partien des Körpers sich entwickeln, fehlt hier; die Muskelelemente und die Geschlechtszellen (Eier und Samenkörperchen), welche sonst von Mesodermzellen gebildet werden, entwickeln sich hier im Ekto- und Entoderm. Von den meisten bei anderen Metazoën vorhandenen Organen kann man kaum sprechen, sie sind jedenfalls sehr wenig von einander gesondert; sogar ein Centralnervensystem, welches sonst bei anderen, selbst sehr einfachen Metazoën meistens sehr wohl ausgebildet ist, kann hier kaum unterschieden werden; höchstens sind

1) In der Innenlage findet man bei verschiedenen Cölenteraten (Actinien, Medusen, Hydroiden) öfters in grosser Anzahl rundliche, grün- oder gelbgefärbte Zellen, von je einer deutlichen, aus Cellulose bestehenden Zellhaut umgeben. Diese Zellen wurden früher als Theile des Thieres aufgefasst, sind aber in Wirklichkeit einzellige Pflanzen (Algen), welche in den betreffenden Cölenteraten Aufenthalt genommen haben (vergl. die Radiolarien).

die Ganglienzellen an einigen Stellen dichter gehäuft als an anderen. — Excretionsorgane, Gefässsystem, Athmungsorgane fehlen; ebenso wenig ist jemals eine Leibeshöhle vorhanden.

Die Fortpflanzung bietet dagegen bei den Cölenteraten oft ziemlich complicirte Verhältnisse dar. Ganz allgemein durchlaufen sie eine Metamorphose, indem das Thier als ein durch Wimperbewegung frei umherschwimmendes, sehr einfaches, tentakelloses Geschöpf das Ei verlässt, um sich später mehr oder weniger umzugestalten, meistens nachdem es sich festgesetzt hat. Ferner spielt ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung oder Sprossung eine bedeutende Rolle; häufig werden dabei Stöcke gebildet; bei manchen findet man einen regelmässigen Generationswechsel.

Die Cölenteraten sind fast sämmtlich Meeresthiere; nur ganz wenige leben im Süsswasser. Vermittels ihrer Nesselzellen bewältigen sie öfters sogar verhältnissmässig grosse und kräftige Thiere, nehmen dieselben in ihren Darmschlauch auf, wo die verdaulichen Theile von den Zellen der Innenlage aufgenommen werden, während die unverdauten wieder durch die Mundöffnung ausgestossen werden.

1. Classe. **Quallenpolypen** *(Hydrozoa).*

Für diese Classe ist es in erster Linie charakteristisch, dass durchgehends ein Generationswechsel stattfindet und dass die geschlechtliche und die ungeschlechtliche Generation sehr verschieden sind.

Die ungeschlechtliche Generation, die Polypenform, besitzt die einfachste Gestalt, die wir überhaupt bei den Cölenteraten finden, indem sie als ein einfaches, kürzeres oder längeres Rohr erscheint, welches an dem einen Ende mit einer Mundöffnung ausgestattet und aus den gewöhnlichen drei Schichten zusammengesetzt ist (vergl. Fig. 58 *A*); am oberen Ende des Thieres finden sich Fangarme oder Tentakel in verschiedener Anzahl, welche meistens in einem Kreis in einigem Abstand von dem das Centrum des Kreises einnehmenden Mund angeordnet sind. Die Polypen sind in der Regel mit ihrem unteren Ende fremden Gegenständen (gewöhnlich unbeweglich) angeheftet; sie bilden meistens durch Sprossung Colonien.

Die geschlechtliche Generation, die Medusenform, ist dadurch ausgezeichnet, dass derjenige Theil des Körpers, welcher dem unteren Ende der Polypenform entspricht, zu einer kreisrunden gewölbten Scheibe, der Glocke, erweitert ist (vergl. Fig. 58 *B*), in welcher die Mittellage besonders an der convexen Seite sehr stark entwickelt ist; in die Scheibe hinein erstrecken sich radiäre Fortsätze des Darmrohres, die Radiärkanäle, deren Enden meistens durch einen dicht am Rande der Scheibe verlaufenden Ringkanal verbunden sind. Die Medusenform ist (über Ausnahmen vergl. die Saum- und Röhrenquallen) typisch freischwimmend, mit der Scheibe nach oben gekehrt; von der Mitte der Glocke hängt der röhrenförmige, dem oberen Ende der Polypen entsprechende Theil des Thieres als ein längerer oder kürzerer Klöpfel herab, welcher unten den Mund trägt. Vom Rande der Glocke hängen contractile, oft sehr lange Randfäden herab, welche reichlich mit Nesselzellen versehen sind; längs des Randes findet man auch Gehör- und Sehwerkzeuge von einfacher Form, und unterhalb der Oberhautlage liegen (jedenfalls bei den Saumquallen) am ganzen Rande entlang zahlreiche Nervenzellen, welche mit ihren Aus-

läufern zusammen an dieser Stelle einen Nervenring bilden. An der concaven Unterseite der Glocke findet sich eine Schicht oft quergestreifter Muskelfasern, welche, vorzugsweise kreisförmig geordnet, durch ihre Zusammenziehungen die Unterseite der Glocke stärker concav machen und dadurch das Thier fortbewegen. In der Regel sind die Medusen getrennten Geschlechts. Ueber die Bildungsstätte der Eier und Samenkörperchen vergl. die einzelnen Ordnungen.

Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich eine bewimperte Larve, welche sich festsetzt und Tentakel bildet; durch Knospung kann der so entstandene Polyp eine Colonie erzeugen, aber auch Einzelthier bleiben. Als Knospen der Polypen oder durch Quertheilung derselben entsteht wieder die Medusenform. Seltener entwickelt sich das Ei der Meduse direct zu einer neuen Meduse, in welchen Fällen somit die Polypenform (und damit auch ein Generationswechsel) fehlt.

Im Bau der Quallen ist gewöhnlich ein streng radiärer Grundplan ausgeprägt; die Zahl ist in der Regel 4 oder $n \times 4$, seltener 6.

1. Ordnung. **Saumquallen, Hydromedusen** *(Hydromedusae).*

Die Polypengeneration, die sogenannten Hydroiden, bildet gewöhnlich Colonien; seltener sind die Polypen Einzelthiere. Der röhrenförmige, oft ungemein langgestreckte Körper des Polypen ist fast immer von einer Cuticula umgeben, welche eine chitinartige, in der Regel dünne, seltener dickere und verkalkte Hülle bildet; dieselbe umgiebt nicht den ganzen Körper, sondern ein grösserer oder kleinerer Abschnitt des oberen Theiles bleibt von der Cuticularröhre unbedeckt; zuweilen besitzt letztere eine obere becherförmige Erweiterung, in welche der nackte, breitere, tentakeltragende Abschnitt des Polypen zurückgezogen werden kann. Unterhalb der Mundöffnung befinden sich die Tentakel, entweder in einem oder mehreren Kreisen angeordnet oder mehr unregelmässig am oberen Ende des Thieres vertheilt (Fig. 60). Die Tentakel sind gewöhnlich nicht, wie die der Korallenthiere, hohl, sondern besitzen eine von einer einzigen Reihe grosser Zellen gebildete solide Achse, welche der Innenlage des Polypen entstammt; ausserhalb derselben findet man eine Fortsetzung der Mittellage und zuäusserst die Aussenlage mit zahlreichen Nesselzellen. Die von den Polypen gebildeten Colonien sind im Vergleich mit denen der Korallenthiere (vergl. unten) meistens von bescheidenem Umfang, ebenso wie auch die Einzelthiere jenen durchgehends an Grösse weit nachstehen. Zuweilen haben die Colonien einen ziemlich streng durchgeführten baumförmigen Grundplan: der dem Eie entstammende Polyp verlängert sich immer mehr, indem er gleichzeitig Seitensprossen bildet, welche sich zu neuen Polypen (Seitenpolypen) entwickeln, von denen die untersten die ältesten sind, und welche sich in ähnlicher Weise wie der Hauptstamm verzweigen. In anderen Fällen hört das Wachsthum der ersten Polypen bald auf; dieser erzeugt nur eine oder zwei Seitenknospen, deren Wachsthum ebenfalls aufhört, nachdem sie eine oder zwei Knospen gebildet haben, etc. (vergl. die centrifugalen Blüthenstände der Pflanzen). Das untere Ende der Colonien ist mit hohlen, wurzelähnlichen, von der Cuticula umgebenen Ausstülpungen der Körperwand versehen; durch diese Ausläufer, welche sich zuweilen mit einander netzförmig verbinden und von welchen öfters mehrere Stämmchen entspringen, werden die Colonien der Unterlage inniger angeheftet. Wegen der Schwäche des Skelets (der

Cuticula) kriechen die Colonien öfters über im Wasser befindliche Gegenstände hin, winden sich um andere Thierstöcke etc.

Sehr häufig sind die Polypen derselben Colonie nicht alle gleichgebildet; namentlich findet man öfters, dass diejenigen Personen, welche

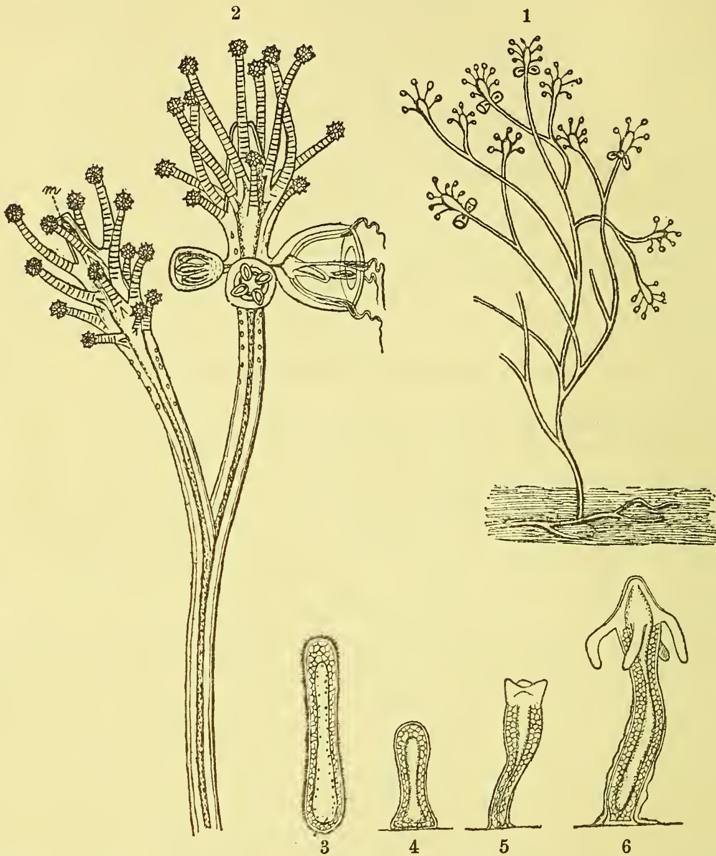


Fig. 60. 1 Hydroidencolonie (*Syncoryne fruticosa*) in nat. Gr. 2 zwei Polypen derselben, die eine mit Medusenknospen, von welchen eine im Begriff ist sich abzulösen. 3 Larve eines anderen Hydroiden (*Cordylophora lacustris*), 4—6 dieselbe, nachdem sie sich festgeheftet hat. — Nach Allman.

die Medusenknospen tragen, von den übrigen mehr oder weniger abweichen, mit kleineren Tentakeln ausgestattet oder ganz tentakellos sind, oder dass ihnen sogar die Mundöffnung abgeht (in welchem Fall die Cuticula den ganzen Polypen bekleiden kann), so dass sie von den übrigen Polypen, welche nicht Medusenknospen produciren (Nährpolypen), ernährt werden.

Bei einzelnen Hydroiden findet sich noch eine dritte Form von Individuen, welche dünn und mundlos sind und sehr kurze, mit zahlreichen Nesselzellen versehene Tentakel tragen; diese Individuen rollen sich, wenn die Colonie berührt wird, spiralig zusammen und strecken sich dann wieder aus. Bei anderen fehlen denselben auch die Tentakel, und in diesem Falle scheinen sie nur als Tastwerkzeuge der Colonie zu fungiren, während sie im ersteren Fall vielleicht als Vertheidiger derselben („Wehrpolypen") aufzufassen sind.

Die Medusengeneration, welche durch Sprossung von der Polypengeneration gebildet wird, erreicht bei dieser Ordnung meistens nur eine geringe Grösse. Am Rand der Scheibe entlang verläuft ein dünner, kragenartiger, wagrechter, nach innen gerichteter Saum, der Randsaum (*Velum*), welcher die Oeffnung der Glocke einengt (hiernach der Name Saumquallen, *Craspedota*) [1]). Der Rand der Glocke, welcher ganz, ohne Einschnitte ist, trägt die Sinnesorgane, bald Gehörwerkzeuge, bald Augen (selten bei demselben Individuum beides), welche unbedeckt sitzen. In der Glocke findet sich eine meistens geringe Anzahl einfacher radiärer Kanäle (4, 8, etc.), welche durch einen am Rand entlang verlaufenden Ringkanal verbunden sind. Eier und Samenkörperchen entwickeln sich an diesen Kanälen oder an der

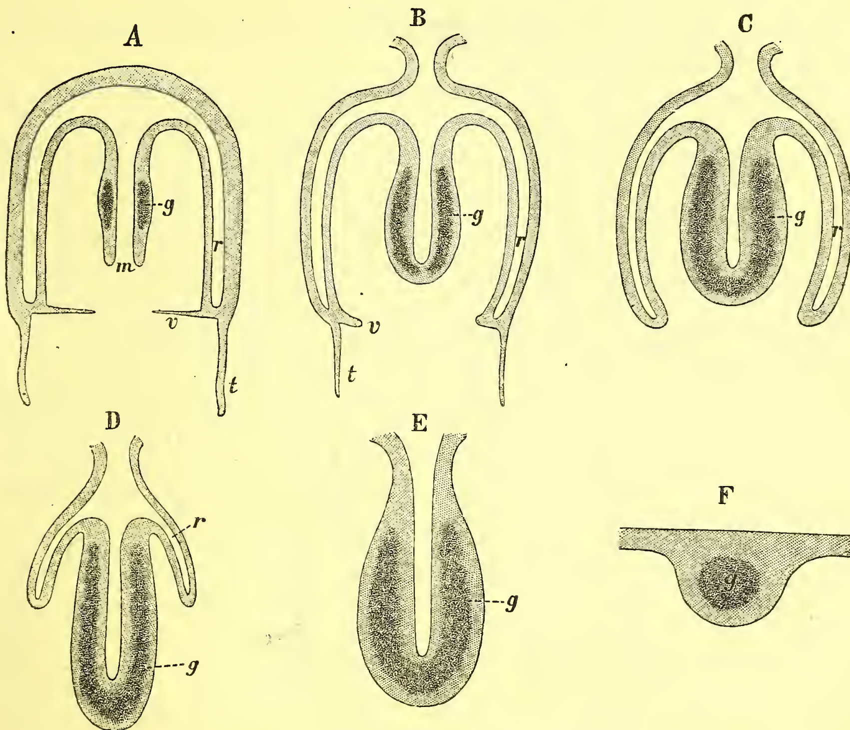


Fig. 61. Verschiedene Formen der geschlechtlichen Generation der Saumquallen, schematische Längsschnitte. *A* freilebende Meduse, *B* festsitzende, verhältnismässig wenig umgebildete Meduse, *C—D* mehr umgebildete Formen, *E—F* die am meisten rückgebildeten Formen, *E* ohne Glocke, *F* eine einfache warzenförmige Erhöhung an dem Polypen. *g* Geschlechtsstoffe, *m* Mund, *r* Radiärkanal, *t* Tentakel, *v* Randsaum. — Orig.

Aussenwand des Klöpfels; sie entstammen bei einigen Formen der Aussenlage, bei anderen der Innenlage; bei einzelnen Arten werden die Eier in der Innenlage, die Samenkörperchen in der Aussenlage — oder umgekehrt — gebildet.

Keineswegs immer jedoch entwickelt sich die geschlechtliche Generation so weit. Bei sehr vielen Hydromedusen lösen sich die Me-

1) κράσπεδον Saum.

dusenknospen nicht von den Hydroiden ab, sondern bleiben mit diesen verbunden. Solche festsitzende Medusen (Fig. 61) bleiben auf einer mehr oder weniger unvollkommenen Stufe stehen: in einigen Fällen entwickelt sich noch eine mit Randfäden versehene Glocke, die Randfäden sind aber schwach; in anderen Fällen fehlen sie völlig, die Glocke ist aber recht gut entwickelt; in anderen Fällen ist dann die Glocke rückgebildet, um endlich bei vielen Formen völlig zu fehlen, so dass die Meduse nur noch aus dem mundlosen Klöpfel besteht, dessen innere Höhlung sogar in den am weitesten rückgebildeten Fällen völlig fehlt (Fig. 61, *F*; Süsswasserpolyp). Ohne Kenntniss der verschiedenen Uebergangsstufen müsste man natürlich die kleine Medusenknospe, welche niemals über die erste Anlage hinauskommt, für ein blosses Organ des Polypen erklären. In allen Fällen enthält aber die Medusenknospe ebenso wie die freischwimmende Meduse die Geschlechtsstoffe, Eier oder Samenkörperchen. — Aus den Eiern der Medusenform entwickeln sich neue Polypen, resp. Polypencolonien.

In den meisten Fällen ist die Entwicklung innerhalb der Abtheilung der Saumquallen die oben beschriebene mit einem regelmässigen Generationswechsel. Es giebt aber nicht ganz wenige Ausnahmen. Bei verschiedenen Saumquallen entwickeln z. B. die Eier sich nicht zu Polypen, sondern direct zu neuen Medusen; eine Polypengeneration fehlt bei ihnen völlig. Von anderweitigen Abweichungen hinsichtlich der Fortpflanzung ist hervorzuheben, dass die Medusengeneration einiger Saumquallen sich ungeschlechtlich fortpflanzen kann, indem z. B. durch Sprossung von dem Klöpfel oder vom Scheibenrande andere, gleichgebildete Medusen erzeugt werden; dieselben Arten besitzen übrigens eine Polypengeneration, und die knospenbildenden Medusen pflanzen sich auch geschlechtlich fort.

Die allermeisten Hydromedusen gehören dem Meere an, und zahlreiche Vertreter finden sich auch in den nördlichen Meeren. Nicht wenige, sowohl von der Polypen- wie der Medusengeneration, sind mit Leuchtvermögen ausgestattet. Nur ganz einzelne Formen, unter denen die Gattung *Hydra* die bekannteste ist, leben im Süsswasser.

1. Unter den im Meere lebenden Formen verdienen die Milleporen eine besondere Betrachtung. Wie oben erwähnt, entspringen von dem unteren Ende der Hydroidenstöcke meistens Ausläufer, welche von einer Fortsetzung der chitinigen Hülle der Polypen umgeben sind und häufig unter sich netzförmige Verbindungen eingehen. Zuweilen ist das Ausläufernetz von ziemlich ansehnlichem Umfange, und es entspringt dann von demselben eine grössere Anzahl kleiner Polypenstöcke oder isolirter Polypen. Bei der Gattung *Millepora* und verwandten Formen ist die chitinige Hülle verkalkt, und indem immer neue Ausläufer oberhalb der alten, deren Weichtheile allmählich absterben, entstehen, bilden diese Thiere korallenähnliche Stöcke, zuweilen von bedeutendem Umfange, deren äusserste Schicht aus lebendigen Ausläufern zusammengesetzt ist, von denen die Polypen entspringen, während die inneren Theile der „Koralle“ aus den verkalkten Wänden abgestorbener Ausläufer bestehen. Die Milleporen, welche ausschliesslich in den wärmeren Meeren leben, spielen eine nicht unwichtige Rolle bei der Bildung der Korallenriffe.

2. Die Süsswasserpolypen (*Hydra*) sind kleine, langgestreckte Einzelpolypen ohne Chitinhülle; um den Mund steht ein Kreis langer Tentakel (4—10); bei Berührung ziehen sich letztere sowie der ganze Körper stark zusammen. Die Thiere sitzen öfters längere Zeit an einer

Stelle, z. B. an der Unterseite von Wasserlinsen, mit dem unteren Ende festgeheftet, besitzen aber das Vermögen, egelartig fortzukriechen. Wenn ein Thierchen in die Nähe einer festsitzenden Hydra kommt, wird es von den Tentakeln dieser ergriffen und, von den Nesselfäden gelähmt, in ihren Mund geführt. Die Hydra hat das Vermögen, Sprossen zu erzeugen, bildet aber keine Colonien, indem die neugebildeten Individuen sich bald vom Mutterthiere ablösen. Die Medusengeneration ist durch warzenförmige Auswüchse der Körperwand, in denen sich Eier oder Samenkörperchen entwickeln, repräsentirt. Berühmt ist die grosse Regenerationsfähigkeit der Süsswasserpolypen; wenn man ein Individuum in mehrere Stücke zerschneidet, wird jedes derselben zu einem vollständigen Individuum.

2. Ordnung. **Schwimmpolypen** oder **Blasenquallen** (*Siphonophorae*).

Die Blasenquallen sind mit den Hydromedusen nahe verwandt und weichen von diesen in erster Linie darin ab, dass die von ihnen gebildeten Colonien nicht fremden Gegenständen angeheftet sind, sondern frei im Meere umhertreiben. Die Siphonophorencolonien entsprechen den Hydroidencolonien und bestehen ebenso wie diese zunächst aus Polypen, welche in verschiedener Weise ausgebildet sind. Ferner tragen die Colonien Medusen oder Medusenknospen, welche sich ebenfalls in verschiedenartiger Weise entwickeln können. Diese verschiedenen Personen werden von einem gemeinsamen Coloniestamm getragen, welcher meistens entweder eine längere Röhre oder eine abgeplattete Scheibe ist; am oberen Ende ist der Stamm mit einem Luftsack versehen, oder wenn er scheibenförmig ist, schliesst er mehrere kleinere Luftbehälter in sich ein, durch welche die Colonie sich im Wasser schwebend erhält. Der Stamm ist als ein sehr stark verlängerter, resp. sehr verbreiterter Polyp aufzufassen; die Luftsäcke sind Einstülpungen desselben, welche durch je eine feine Oeffnung mit der Aussenwelt in Verbindung stehen.

Die Polypengeneration tritt in folgenden Hauptformen auf: 1) Nährpolypen, schlauchförmige Thiere mit Mundöffnung und mit nur einem einzigen, nahe an der Basis des Polypen entspringenden Tentakel[1]), welcher aber dafür eine sehr bedeutende Länge erreicht und mit Seitenästen und zahlreichen, gehäuften Nesselzellen („Nesselbatterien“) versehen ist (Fangfaden); der Tentakel kann fehlen. Die Nährpolypen desselben Stockes können zuweilen von sehr verschiedener Grösse sein. 2) Taster, den Nährpolypen ähnlich, mit Fangfäden, aber ohne Mundöffnung. 3) Tentakelförmige Personen, welche selbständig vom Stamme entspringen (nicht mit den Fangfäden zu verwechseln); sie sind mundlos und mit Nesselzellen versehen[2]).

Die Medusengeneration entspringt entweder vom Stamm der Colonie, von der Basis der Taster oder der Nährpolypen; sie erscheint in folgenden verschiedenen Formen: 1) Fruchtbare Medusen oder Medusenknospen mit den Geschlechtsstoffen, der Medusengeneration der Hydromedusen völlig entsprechend; wenn diese Medusen, was übrigens nur bei wenigen Blasenquallen stattfindet, sich von der Colonie ablösen,

---

1) Auch bei gewissen Hydroiden besitzen die Polypen nur je einen Tentakel.

2) Am Rande des scheibenförmigen Stammes der Gatt. *Porpita* finden sich solche tentakelförmige Individuen (Fig. 63).

haben sie ein ähnliches Aussehen wie die freien Medusen der Saumquallen (sie sind mit Randsaum etc. ausgestattet); in der Regel sind sie aber zeitlebens festsitzend und bieten dann dieselben Erscheinungen dar wie die festsitzenden Medusen der letzteren. 2) Schwimmglocken, festsitzende sterile Medusen, ohne Klöpfel und Mundöffnung, aber mit wohl entwickelter Glocke und Randsaum, welche durch ihre Contraction die Colonie fortbewegt. 3) Deckschuppen, ähnlich wie Nr. 2, aber die Glocke zu einer steifen Platte reducirt; sie dienen als Decke für gewisse der anderen Personen.

Fig. 62.

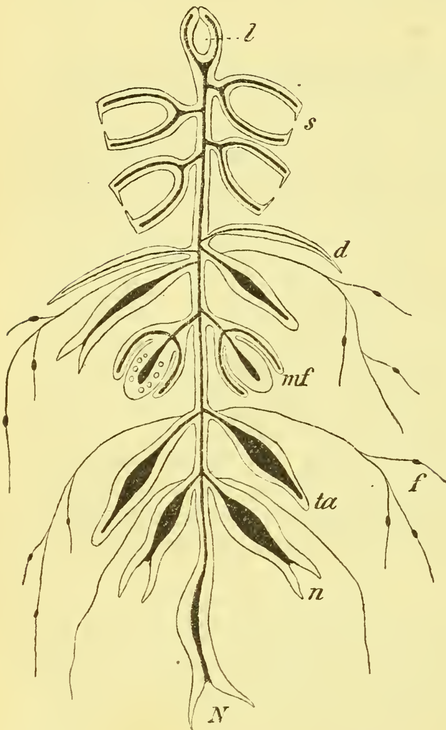


Fig. 63.

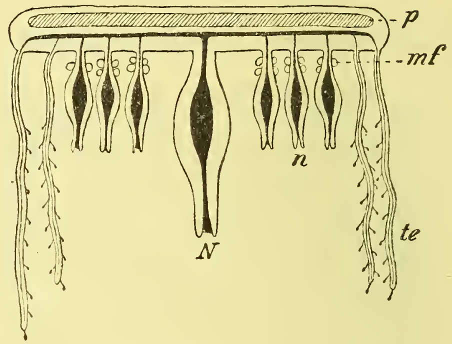


Fig. 62. Schema eines Schwimmpolypen mit verlängertem Stamm (*Physophora*); die Ernährungskanäle sind schwarz gehalten. — Orig.

Fig. 63. Schema eines Schwimmpolypen mit scheibenförmigem Stamm (*Porpita*). — Orig.

Gemeinsame Bezeichnungen: *d* Deckschuppe, *f* Fangfaden, *l* Luftsack, *mf* fruchtbare Meduse, *N* grosser Nährpolyp, *n* kleiner do., *p* Scheibe mit kleinen Luftbehältern, *s* Schwimmglocke, *ta* Taster, *te* tentakelförmige Person.

Aus diesen verschiedenen Individuen setzen sich die Colonien der Blasenquallen zusammen. Sie sind nicht immer sämmtlich vorhanden, die Schwimmglocken z. B. können fehlen, in welchem Fall die Colonien passiv forttreiben; ebenso können die Deckschuppen fehlen. Die Anzahl und Anordnung der Individuen und damit das äussere Gepräge der Stöcke sind äusserst verschieden.

Die Blasenquallen sind echt pelagische Thierformen, welche fast nur in den tropischen und wärmeren Meeren (z. B. zahlreich im Mittelmeer) vorkommen.

Beispielsweise nennen wir: *Physophora* und Verwandte (Fig. 62) mit längerem, oben einen kleinen Luftsack einschliessendem Stamm, zahlreichen Schwimmglocken am oberen Theil des Stammes; *Physalia* mit ungeheuer grossem Luftsack, welcher unten die Nährpolypen und Taster (mit langen Fangfäden) trägt, ohne Deckstücke und Schwimmglocken; *Porpita* (Fig. 63)

mit scheibenförmigem, kreisrundem, zahlreiche Lufträume einschliessendem Stamm, welcher unten die verschiedenen Personen trägt (einen grossen Nährpolypen in der Mitte, tentakelförmige Personen am Rande, keine Schwimmglocken und Deckstücke); *Velella*, der vorigen ähnlich, aber Scheibe elliptisch mit aufrechtem Kamm. Alle im Mittelmeere vertreten.

3. Ordnung. **Lappenquallen** (*Acalephae*).

Die Medusengeneration ist im Allgemeinen durch wasserhelle Thiere von ansehnlicher Grösse vertreten. Der Mundrand ist in 4 kräftige Mundarme verlängert, mit denen sie ihre Beute ergreifen; ähnliche, aber in der Regel weniger entwickelte Fortsätze können übrigens auch bei den Saumquallen vorhanden sein. Der Darmschlauch des Klöpfels erweitert sich in der Mitte der Glocke zu einer Höhle, der Magenhöhle, welche mit einer Anzahl weiter radiärer Ausstülpungen (Magentaschen) ausgestattet sein kann, und von welcher die oft verästelten radiären Kanäle entspringen. In der Magenhöhle findet sich eine Anzahl tentakelartiger Fäden (Gastralfilamente), welche bei den

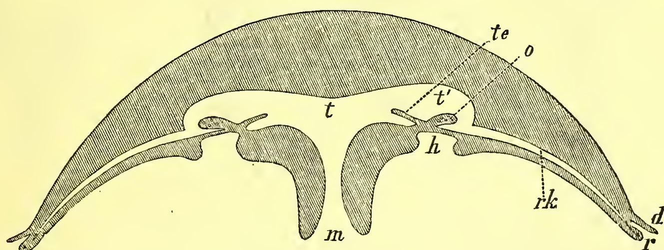


Fig. 64. Schnitt durch eine Lappenqualle, zwischen zwei Mundarmen. *d* Lappen, welcher einen Randkörper überdeckt, *h* Aushöhlung unterhalb eines Geschlechtsorganes, *m* Mund, *o* Eierstock, *r* Randkörper, *rk* Radiärkanal, *t* Magenhöhle, *t'* Magentasche, *te* Gastralfilament. — Orig.

Saumquallen fehlen, und die Geschlechtsorgane, Eierstöcke und Hoden, gewöhnlich in Form von 4 gefalteten Bändern; unterhalb jedes derselben findet sich auf der Unterseite der Glocke eine Aushöhlung, welche nach oben durch eine dünne Partie von der Magenhöhle geschieden ist (*h* Fig. 64); letztere wird, wenn die Geschlechtsorgane stark entwickelt sind, ausgebauscht, so dass diese dann scheinbar von der Unterseite der Glocke herabhängen. Eier und Samenkörperchen, welche sich im Allgemeinen in verschiedenen Individuen entwickeln, fallen in die Magenhöhle und werden durch den Mund nach aussen geführt; die Zellen, welche zu Eiern und Samen werden, gehören der Innenlage der Meduse an. Die Glocke, welche eine grosse Gallertmasse (die Mittellage) enthält und deshalb eine bedeutende Dicke erreicht, ist am Rande mit 8 Einschnitten versehen; in jedem Einschnitt sitzt, von Falten des Schirmrandes überdeckt, ein kleiner abgerundeter Randkörper, welcher ein Gehörorgan, öfters auch ein Auge trägt. Längs des Glockenrandes findet sich ferner eine verschiedene, oft bedeutende Anzahl von Randfäden, welche häufig eine ansehnliche Länge erreichen; dagegen fehlt ein Randsaum. Die Eier durchlaufen bei der Ohrenqualle (*Aurelia*) ihre erste Entwicklung bis zum Larven-

zustand in den tiefen Rinnen der Mundarme der Mutter, von welchen sich sackförmige, die Eier enthaltende Ausstülpungen bilden; bei anderen Formen in ähnlichen Ausstülpungen der Radiärkanäle etc.

Die Polypengeneration. Die bewimperte, aus dem Ei sich entwickelnde Larve setzt sich, nachdem sie die Mutter verlassen hat, auf einem fremden Gegenstand fest und wird zu einem kleinen Polypen mit einem Kreis von Tentakeln. Der Polyp kann ebenso wie die Hydra

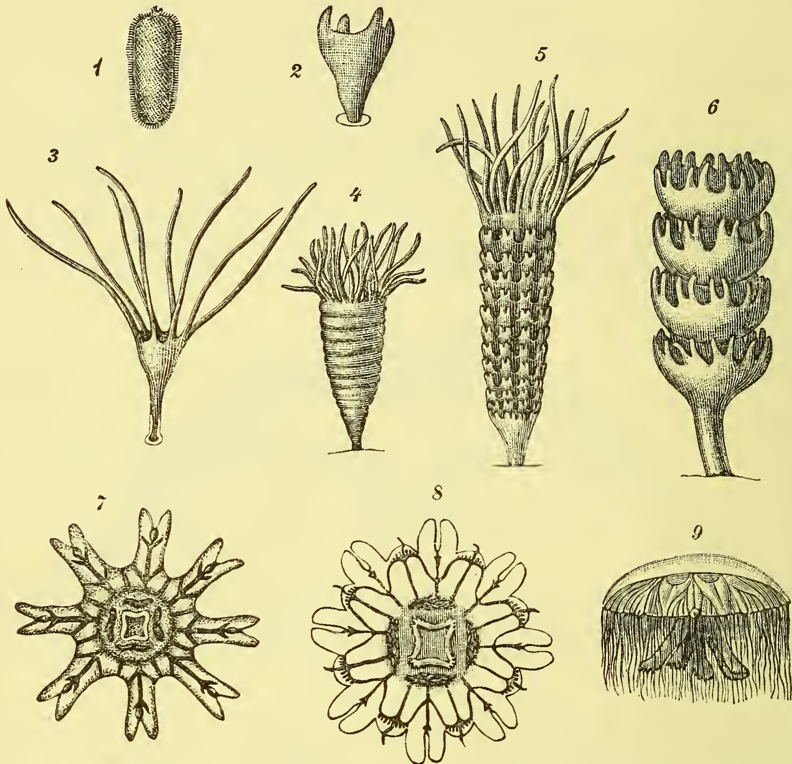


Fig. 65. Die Entwicklung der Ohrenqualle. 1 freibewegliche Larve. 2 der Polyp kurze Zeit nach der Festheftung, 3 derselbe etwas später. 4 die Theilung in ihrem Anfang, 5 spätere Stufe; 6 der Polyp, nachdem eine Anzahl der jungen Medusen sich abgelöst haben. 7—9 die jungen Medusen auf verschiedenen Entwicklungsstufen, 7—8 von unten, 9 von der Seite gesehen. — Nach M. Sars.

Knospen bilden, welche sich von ihm ablösen und zu ähnlichen Polypen werden; dagegen bildet er keine eigentlichen Colonien. Allmählich wächst der Polyp, welcher zunächst ziemlich kurz ist, zu einer ansehnlicheren Länge heran, nimmt eine cylindrische Form an (das untere Ende ist jedoch umgekehrt kegelförmig), und es bildet sich an demselben eine Anzahl ringförmiger Einschnürungen, durch welche der grösste Theil des Körpers in eine Anzahl scheibenförmiger Stücke getheilt wird, welche sich von einander und von dem untersten Theil des Polypen loslösen und deren jedes zu einer kleinen Meduse wird. — Ausnahmsweise fehlt die Polypengeneration, indem das Medusen-Ei sich direct zu einer neuen Meduse ausbildet.

Die Lappenquallen, unter denen mehrere leuchtende Formen sind, finden sich ausschliesslich im Meere. Als Beispiele führen wir die folgenden an.

1. Die Ohrenqualle (*Aurelia aurita*) besitzt eine nur wenig gewölbte Scheibe, welche am Rande mit zahlreichen kurzen Fäden ausgestattet ist; die Randkörper enthalten sowohl ein Gehörwerkzeug als ein Auge. Die Magenhöhle mit vier kurzen Magensäcken, in denen die 4 Geschlechtsorgane ihren Platz haben, welche jede dem Rande eines menschlichen Ohres ähnlich sind; der Mund mit 4 langen Mundarmen. Ebenso wie seine Verwandten ist das Thier ungemein wasserhaltig (95—96 % Wasser, 4—5 % Trockensubstanz). Sehr häufig in den nordeuropäischen Meeren.

2. Die Haarqualle (*Cyanea capillata*) ist eine grosse, schöne Meduse, welche besonders dadurch ausgezeichnet ist, dass die ausserordentlich langen Randfäden in 8 Gruppen an der Unterseite der stark gelappten Scheibe angesammelt sind. Ihre Nesselkapseln erzeugen eine intensiv brennende Empfindung an dünnhäutigen Stellen des menschlichen Körpers. An denselben Orten wie die Ohrenqualle häufig.

2. Classe. Korallenthiere (*Anthozoa*).

Der Körper hat die Form eines kürzeren oder längeren Cylinders mit einem grossen inneren Hohlraum, der Darmhöhle. In diese hängt das Schlundrohr hinab, welches, wie oben erwähnt, den eingestülpten oberen Theil der Körperwand vorstellt; die äussere Oeffnung des Schlundrohrs wird gewöhnlich als Mund bezeichnet, es muss aber daran erinnert werden, dass die eigentliche Mundöffnung, der Eingang zur Darmhöhle (der Mundöffnung z. B. einer Meduse entsprechend), am unteren Ende des Schlundrohrs ihren Platz hat; wir wollen jene Oeffnung als Aussenmund, den eigentlichen Mund als Innenmund bezeichnen. In der Darmhöhle finden sich senkrecht stehende, radiäre Scheidewände, welche oben zwischen Schlundrohr und Körperwand ausgespannt sind[1]), während sie unterhalb des Schlundrohrs mit einem freien inneren Rand endigen (etwa wie die Scheidewände einer Mohnkapsel). Die Anzahl der Scheidewände ist eine verschiedene (z. B. 8, 12 etc.). Am oberen Ende des Thieres befindet sich ein Kreis von Fangarmen oder Tentakeln (ausnahmsweise mehrere

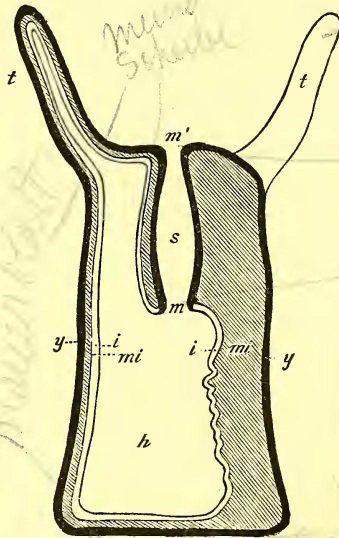


Fig. 66. Längsschnitt durch eine Einzel-Koralle (Schema); der Schnitt geht rechts durch eine Scheidewand, links zwischen zwei solchen hindurch. *i* Innen-, *mi* Mittel-, *y* Aussenlage, *m* Innen-, *m'* Aussenmund, *s* Schlundrohr, *t* Tentakel — Orig.

1) Bei den meisten Actinien, welche eine grosse Anzahl von Scheidewänden besitzen, reichen nur einige derselben von der Körperwand bis zum Schlundrohr während andere in ihrer ganzen Ausdehnung einen freien Innenrand haben.

Kreise), deren Anzahl derjenigen der Scheidewände entspricht; es sind hohle Ausstülpungen der Körperwand, welche von den zwischen je zwei Scheidewänden gelegenen Räumen entspringen; sie sind reichlich mit Nesselzellen ausgestattet. Das mehr oder weniger ausgeprägte scheibenförmige Feld innerhalb des Tentakelkranzes, in dessen Mitte der Aussenmund liegt, wird als Mundscheibe bezeichnet; das untere abgeplattete Ende des Körpers nennt man die Fussscheibe.

Jede Scheidewand ist eine Falte der Innenlage, welche ein von der Mittellage gebildetes Blatt bekleidet, das von der Mittellage der Körperwand entspringt (vergl. Fig. 67). Ihr innerer freier Rand ist schnurartig verdickt, stark gewunden und reichlich mit Wimperhaaren, mit Nessel- und mit Drüsenzellen versehen; derselbe wird als „Mesenterialfilament" bezeichnet und spielt eine wichtige Rolle bei der Verdauung, ja vermittelt diese wahrscheinlich allein[1]). In den Scheidewänden entwickeln sich die Eier und die Samenkörperchen durch Umbildung der Zellen der Innenlage; diejenigen Theile der Scheidewände, in welchen die Bildung der Eier und des Samens stattfindet, sind verdickt und werden als Eierstöcke und Hoden bezeichnet. Die Korallenthiere sind meistens getrennten Geschlechts, nur ausnahmsweise hermaphroditisch. — Meistens entwickeln sich in grösserem oder geringerem Umfang feste Theile, welche bei den Ordnungen betrachtet werden sollen.

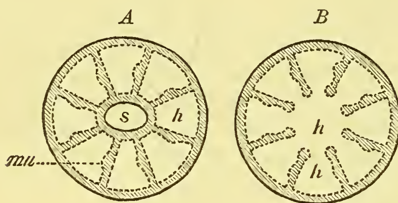


Fig. 67. Querschnitte einer achtarmigen Koralle (Schema), *A* durch die Schlundregion, *B* weiter unten. *s* Schlundhöhle, *h* Darmhöhle, *mu* Muskelwulst. Die Aussenlage ist durch eine voll ausgezogene Linie, die Innenlage durch eine punktirte angedeutet, die Mittellage schraffirt. — Nach v. Koch.

Der Bauplan der Korallenthiere ist zwar wie bei anderen Cölenteraten ein radiärer, tritt aber als solcher fast nie ganz rein hervor. Das Schlundrohr ist im Durchschnitt fast immer oval, der Aussenmund spaltförmig, so dass schon hierdurch eine Mittelebene des Körpers bestimmt wird; jedem Ende des Ovals entspricht ein Tentakel. Ferner sind in den Scheidewänden die Muskelemente meistens nicht an beiden Seiten gleich entwickelt, sondern sie bilden auf einer Seite eine Verdickung; die verdickte Seite kann bald die eine, bald die andere sein, es ist aber immer so, dass die Verdickungen, wenn wir alle Scheidewände auf einmal überblicken, in Bezug auf die oben erwähnte Mittelebene symmetrisch geordnet sind (vergl. Fig. 67, welche die Anordnung bei den Achtarmigen zeigt).

Bei manchen der vielarmigen Korallenthiere (jedenfalls bei den meisten Actinien) ist das Schlundrohr mit zwei stark bewimperten Rinnen versehen, welche den beiden Enden des ovalen Querschittes entsprechen; wenn das Schlundrohr sonst zusammengeklappt ist, bleiben diese Rinnen noch offen und dienen wahrscheinlich dazu, die für die Athmung wichtige Wasserströmung durch das Körperinnere zu unterhalten. — Bei manchen Achtarmigen ist eine ähnliche, durch verdicktes Epithel und lange

1) Von dem unteren Ende der Scheidewände entspringen bei einigen Actinien eigenthümliche freie Fäden, welche einen ähnlichen Bau besitzen wie die „Filamente" (sie sind sehr reich an Nesselzellen); sie können durch die Körperwand hervorgeschleudert werden und dienen zur Vertheidigung resp. zum Angriff.

Wimperhaare ausgezeichnete Rinne, aber nur an dem einen Ende des Querdurchschnittes, vorhanden; der Wimperstrom geht in ihr von aussen nach innen, an den übrigen Theilen des Schlundrohrs in umgekehrter Richtung.

Bei den allermeisten Korallenthieren kommt eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Sprossung oder Theilung vor. Die hierbei gebildeten jungen Individuen sondern sich nur ausnahmsweise von dem Stammthier, bleiben gewöhnlich mit diesem in Zusammenhang, so dass Stöcke entstehen. Diese bestehen meistens aus zahlreichen Individuen und erreichen häufig einen sehr ansehnlichen Umfang. Ein Generationswechsel kommt nur selten vor, indem dieselben Individuen sowohl durch Sprossung als auch auf geschlechtlichem Wege andere hervorbringen können.

Wenn die Korallenthiere das Ei verlassen, sind sie tentakellose Larven, welche vermittels ihrer Bewimperung umherschwimmen. Später setzen sie sich fast immer fest und bilden sich zu der definitiven Gestalt um. Nur wenige sind zeitlebens einer, meist geringen, Ortsveränderung fähig (namentlich Actinien).

Die Korallenthiere, welche sämmtlich dem Meere angehören, sind räuberische Thiere, welche mittels der Fangarme ihre Beute ergreifen und lähmen und sie durch das Schlundrohr in die Darmhöhle hinein befördern. Wenn ungestört, sitzen sie mit ruhig ausgestreckten Armen; wenn sie beunruhigt werden, ziehen sie die Arme und den ganzen Weichkörper stark zusammen.

1. Ordnung. **Achtarmige Korallenthiere** (*Octactinia*).

Besitzen nur 8 Scheidewände und dementsprechend 8 Fangarme, welche jederseits mit einer Reihe kleiner Aeste versehen sind (federförmige Fangarme). In der Mittellage finden sich fast immer mikroskopisch kleine, mit Warzen oder Spitzen versehene Kalkkörperchen von verschiedener Färbung, welche im oberen Theil des Thieres in geringerer Anzahl vorhanden sind, so dass dieser Theil in den unteren, festeren, mit sehr zahlreichen Kalkkörperchen ausgestatteten Abschnitt zurückgezogen werden kann. Die Kalkkörperchen, welche meistens nicht sehr innig mit einander verbunden sind, entstehen in Zellen, welche von der Aussenlage in die Mittellage eingewandert sind.

Nur ganz wenige Arten sind Einzelthiere, die allermeisten bilden Colonien. Seltener sind die Personen der Colonie durch dünnere Ausläufer verbunden, die einen einfachen, mit ihren Darmhöhlen in Verbindung stehenden Kanal enthalten. Häufiger sind die unteren, festeren Theile der Personen durch grössere, hauptsächlich aus der Mittellage bestehende Zwischenmassen vereinigt, welche von zahlreichen Kanälen durchzogen werden; letztere sind von der Innenlage ausgekleidet und setzen die Coloniepersonen mit einander in Verbindung (über die Verbindung der Individuen bei der Orgelkoralle vergl. unten). Die äussere Form der Stöcke ist recht verschieden; nicht selten sind sie baumförmig verästelt. In letzterem Fall ist häufig im Stamm und in den Aesten ein Axenskelet vorhanden, das bei der Edelkoralle aus zahlreichen, mit einander verschmolzenen Kalkkörperchen entstanden ist und somit in der Mittellage Platz hat. Ganz anders verhält sich dagegen das Axenskelet der Hornkorallen, bei welchen die ganz junge Colonie an ihrer Fussfläche (zwischen dieser und dem

Fremdkörper, auf welchem sie befestigt ist) eine hornartige Masse ausscheidet, welche allmählich höher wird und mit der Colonie emporwächst; sie wird von der Aussenlage ausgeschieden und ist eine reine Cuticularbildung (vergl. Fig. 68 *C*). Ebenso verhält sich das grösstentheils verkalkte Axenskelet von Isis.

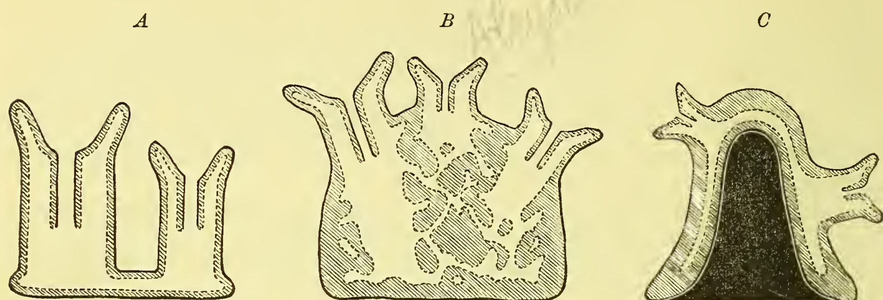


Fig. 68. Schnitte durch junge Colonien verschiedener achtarmiger Korallen (schematisch). Die Körperschichten wie in Fig. 67 angedeutet. *A* einfachste Art der Verbindung der Individuen; *B* junge Colonie von Alcyonium; *C* do. einer Hornkoralle, Axenskelet schwarz gehalten. — Nach v. Koch.

Interessant ist das bei verschiedenen Achtarmigen constatirte Vorkommen von geschlechtslosen Zwergindividuen („Zooïden"), welche in den Colonien neben den normalen Personen vorhanden sind. In den ausgeprägtesten Fällen sind sie völlig tentakellos und auch in anderen Beziehungen von den übrigen verschieden; in anderen Fällen ist der Unterschied weniger eingreifend. Sie scheinen hauptsächlich die Function zu haben, Wasser in die Kanäle der Colonie ein- und auszuleiten und somit der Respiration zu dienen. In grosser Anzahl kommen sie bei den Federkorallen vor, sind aber auch z. B. bei den Leder- und Edelkorallen, dagegen nicht bei den Hornkorallen gefunden.

Von den hierher gehörigen Formen führen wir folgende an:

1. Die Lederkoralle (*Alcyonium digitatum*) bildet gelbe oder weissliche, halbfeste Colonien von unregelmässiger, klumpiger Form, mit kurzen, dicken Aesten. Die Darmhöhlen setzen sich von dem freien, oberen, weichen Theil der Individuen als schwach gebogene Röhren weit in den Stock hinein fort und sind durch feine Kanäle mit einander verbunden. Kein Axenskelet. In der Nordsee.

2. Die Orgelkorallen (*Tubipora*) bilden klumpenförmige Colonien, welche aus langen, röhrenförmigen, ungefähr parallel gestellten Thieren zusammengesetzt sind; die Coloniepersonen sind nicht durch grössere Zwischenmassen, sondern durch wagerechte Platten verbunden, welche ein netzförmiges, mit den Darmhöhlen in Verbindung stehendes Röhrensystem enthalten. In jedem Individuum sind die Kalkkörperchen (wenn wir von dem obersten weichen Theil absehen) zu einer festen, röhrenförmigen Masse vereinigt, in den wagerechten Platten sind sie zu Kalkplatten verschmolzen, welche mit den Kalkröhren zusammenhängen. Im Indischen und Stillen Ocean.

3. Die Hornkorallen (Gatt. *Gorgonia* u. a.) bilden baumförmig verästelte Colonien mit einer festen dunklen Hornaxe sowohl im Stamme wie in den Aesten; der übrige, die Hornaxe bekleidende Theil der Colonie, welcher als „Rinde" bezeichnet wird, enthält zahlreiche Kalk-

körperchen und wird von Kanälen durchzogen. Auf der Oberfläche des getrockneten Stockes bemerkt man kleine Vertiefungen, die Stellen, an welchen der freie, weiche Theil der Individuen gesessen hat. Bei einigen Formen (*Rhipidigorgia*) liegen die Aeste der Colonie in einer Ebene und verwachsen theilweise mit einander, so dass die Colonie einem durchlöcherten Blatt ähnlich wird. Besonders in den wärmeren Meeren, einige Arten im Mittelmeer. — Die Gliederkorallen (*Isis*) stehen den Hornkorallen nahe, die Axe besteht aber aus einer Reihe von kalkigen Gliedern, welche durch hornige Querscheiben zusammengehalten werden. Eine Art im Mittelmeer.

4. Die Edelkoralle (*Corallium rubrum*). Stock verästelt, mit fester, kalkiger Axe. Sowohl letztere wie die Rinde sind schön roth, der freie Theil der Individuen weiss. Im Mittelmeer.

5. Die Federkorallen (Gatt. *Pennatula* u. a.). Die Stöcke bestehen aus einem unteren, nackten Stiel und einem oberen, breiteren, oft federförmigen Theil, aus welchem die Individuen hervorragen. In die Axe der Colonie ist ein verkalkter, unverzweigter Stab eingeschlossen. Mit dem Stiel stecken sie lose im Boden des Meeres, und wenn sie beunruhigt werden, bohren sie sich tiefer in den Boden ein. In der Nordsee lebt die leuchtende, rothgefärbte, federförmige *Pennatula phosphorea*.

2. Ordnung. **Vielarmige Korallenthiere** (*Polyactinia*).

Die Anzahl der Scheidewände ist 6, 12 oder mehr (entweder ein Multiplum von 6 oder eine grosse unbestimmte Anzahl); die Anzahl der (nicht federförmigen) Arme entspricht fast immer derjenigen der Scheidewände. Bei den meisten Formen findet sich ebenso wie bei den Achtarmigen ein Skelet, welches sich aber von demjenigen dieser Abtheilung im Allgemeinen sehr verschieden verhält. Das Skelet, welches ausschliesslich im unteren Theil des Thieres Platz hat, während der obere Theil vollkommen skeletlos ist, besteht aus einer zusammenhängenden, zuweilen sehr porösen, zuweilen dichteren Masse von kohlensaurem Kalk. Dieses Skelet entspricht genau dem Grundplan des Thieres und besteht meistens aus folgenden Haupttheilen: einer scheibenförmigen Fussplatte am unteren Ende des Thieres, einer röhrenförmigen Mauerplatte, welche von diesem getragen wird, und einer Anzahl — 12, 24, 48 etc. — radiärer Strahlenplatten (Sternleisten), welche mit der Mauer- und der Fussplatte verbunden sind und auch häufig mit einander in der Mitte verwachsen.

Es lag nach der beschriebenen Anordnung des Skelets nahe, zu vermuthen, dass die Mauerplatte eine Verkalkung in der äusseren Körperwand, die Strahlenplatten ähnliche in den Scheidewänden und die Fussplatte eine in dem unteren scheibenförmigen Theil des Thieres darstellten. Thatsächlich verhält es sich jedoch anders. Erstens ist hervorzuheben, dass das Skelet nicht, wie man früher glaubte, in der Mittellage gebildet wird, sondern eine äussere Absonderung der Aussenlage ist. Wenn die kleine Korallenlarve sich nach ihrem freien Leben festgesetzt hat, scheidet sie bald nachher von ihrer unteren Fläche eine dünne Kalkscheibe aus, die Anlage der Fussplatte, welche sich somit zwischen dem Gegenstand, an welchem das Thier sich festgesetzt hat, und der Aussenlage der unteren Fläche des Thieres befindet. Von der Kalkscheibe erheben sich dann 12 radiäre Leisten, die Anlagen der Strahlenplatten, welche allmählich höher und plattenförmig werden und dann,

von Falten der weichen Fussscheibe umgeben, zwischen den schon vorhandenen 12 weichen Scheidewänden in die Darmhöhle des Thieres emporragen. Ferner wächst von der Fussplatte eine ringförmige, die Strahlenplatten verbindende Leiste, die Anlage der Mauerplatte, empor, ebenfalls als Absonderung der unteren Fläche des Thieres; dieselbe wird allmählich zu einer höheren Röhre und ragt, wie die Strahlenplatten von einer Falte der Fussscheibe überzogen, in die Darmhöhle hinauf; sie befindet sich in dieser in einiger Entfernung einwärts von der weichen Körperwand.

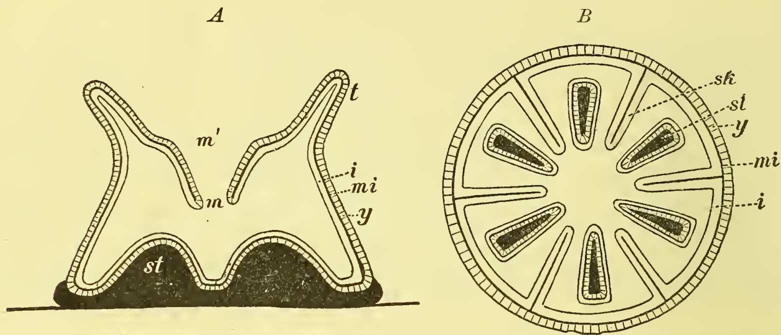


Fig. 69. *A* Schematischer Längsschnitt zwischen zwei Scheidewänden einer Steinkorallenlarve, welche sich kürzlich festgeheftet hat. *B* Querschnitt des unteren Endes derselben. Der Einfachheit wegen sind anstatt 12 Scheidewände und 12 Strahlenplatten nur je 6 gezeichnet. *i* Innenlage, *m* Innenmund, *m'* Aussenmund, *mi* Mittellage, *sk* Scheidewand, *st* Strahlenplatte, *t* Tentakel, *y* Aussenlage. Das Skelet ist ganz schwarz gehalten. — Orig.

Zwischen den ursprünglichen Strahlenplatten können sich später andere entwickeln, welche ebenso wie jene mit den weichen Scheidewänden nichts zu thun haben. Ferner ist zu bemerken, dass die Fussplatte sich bei einigen Korallen um die Seitenwand des Thieres hinauf fortsetzt (in Fig. 69 *A* angedeutet), so dass wir in solchen Fällen eine cylindrische Kalkablagerung ausserhalb der Körperwand (und somit natürlich auch ausserhalb der Mauerplatte) haben (Aussenplatte). — Das Skelet ist also ein rein äusseres, ein von der Aussenlage des Thieres ausgeschiedenes Cuticularskelet.

Zwischen den Strahlenplatten entwickeln sich im unteren Theil des Thieres oft kleine kalkige Querbalken oder wagerechte Platten, welche von einer Strahlenplatte zur anderen gehen (Interseptalbalken). Im unteren Theil verwachsen die Strahlenplatten meistens in der Mitte; von dieser Stelle erheben sich häufig ein oder mehrere senkrechte Stacheln. Nicht alle Strahlenplatten sind gleich entwickelt, die letztgebildeten reichen mit ihrem Innenrand nicht so weit nach der Mitte wie die älteren, mit welchen sie regelmässig abwechseln. In gleichem Maasse, wie das Thier in die Höhe wächst, verdicken sich die unteren Theile der Strahlenplatten und der Mauerplatte, so dass der untere Theil des Skelets compacter und solider ist als der obere. — An älteren Korallenthieren ziehen sich die Weichtheile von den unteren Partien zurück, nach oben, so dass diese Theile des Skelets nackt werden.

Die Mehrzahl der vielarmigen Korallenthiere, besonders derjenigen, welche mit einem Skelet ausgestattet sind, bilden durch Sprossung oder Längstheilung Colonien, welche meistens aus einer grossen Anzahl von Individuen zusammengesetzt sind. Bei der Sprossung bildet sich

seitlich an der Leibeswand eine Ausstülpung, welche allmählich zu einem neuen Individuum wird; die Längstheilung findet dagegen in der Weise statt, dass sich eine neue Mundöffnung an der Mundscheibe bildet, während letztere gleichzeitig oval wird und sich schliesslich in zwei sondert (vergl. Fig. 70; eine entsprechende Sonderung findet innerlich statt). Aehnlich wie bei den Achtarmigen stehen die Darmhöhlen der Colonie-Personen durch ein feines Kanalsystem mit einander in Verbindung.

Fig. 70.



Fig. 71.

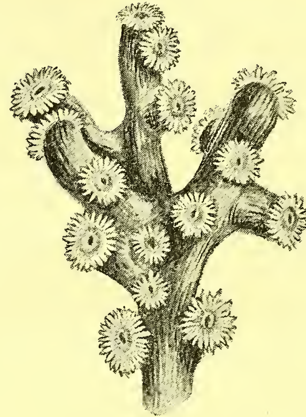


Fig. 70. Stück einer klumpenförmigen Steinkorallen-Colonie; zwei Individuen (eines rechts oben, eines in der Mitte) sind in Längstheilung begriffen. — Nach Dana.

Fig. 71. Stück einer baumförmigen Steinkorallen-Colonie, welche sich durch Sprossung vermehrt. — Nach L. Agassiz.

Die äussere Form der Colonie — und dieser entspricht die des Skelets — ist ungemein verschieden. Bei einigen Formen sind sie baumförmig verästelt, anderen klumpen- oder kuchenförmig, indem die Personen neben einander wie die Zellen einer Bienenwabe sitzen; die oberen Theile, in welche das Skelet sich nicht hineinstreckt, sind meistens frei, die das Skelet einschliessenden Theile dagegen entweder in ihrer ganzen Ausdehnung oder nur unten mit den benachbarten Personen vereinigt. Zuweilen — dies ist indessen nur mehr ausnahmsweise der Fall — ist die Verbindung mit den Nachbarn inniger; die Mundöffnungen sind zwar gesondert, die Darmhöhlen stehen aber in weit offener Verbindung, und am getrockneten Skelet sieht man nicht wie sonst jedes Individuum durch einen Stern angedeutet und von den übrigen durch seine Mauerplatte geschieden; ganze Reihen von Personen sind vielmehr durch Rinnen angedeutet, von deren Seiten die Strahlenplatten entspringen; dem entspricht es auch, dass die Fangarme bei solchen Formen nicht in Kreisen um die Mundöffnungen, sondern in Doppelreihen längs der Rinnen sitzen (Fig. 72).

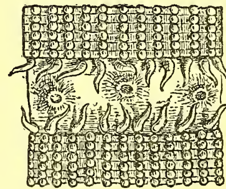


Fig. 72. Kleines Stück der Oberfläche einer Koralle, bei der die einzelnen Individuen unvollkommen gesondert sind (*Heliastraea*). Man bemerkt drei Mundöffnungen; Tentakel in zwei Reihen. — Nach M. Edwards u. Haime.

Verhältnissmässig selten lösen sich die durch Sprossung oder Theilung erzeugten neuen Individuen von dem Erzeuger ab. Solches geschieht z. B. bisweilen bei den skeletlosen Actinien, bei welchen sowohl Sprossung als Längs- und Quertheilung mit steter Ablösung der neuen Individuen stattfinden kann. Auch bei einigen der mit Kalkskelet versehenen Formen kommt eine Ablösung von Sprossen oder eine Quertheilung, wenn auch nur selten, vor, wobei die selbständig gewordenen Individuen auch einen Theil des Kalkskelets mit sich nehmen. Die eine sehr ansehnliche Grösse erreichenden Pilzkorallen (*Fungia*), Einzelkorallen, welche dem Meeresboden lose aufliegen, sind in dieser Weise in ihrer Jugend durch Quertheilung von kleinen festsitzenden Einzelkorallen (oder aus ganz wenigen Individuen zusammengesetzten Kolonien) abgelöst und später weiter gewachsen.

Die in den Meeren der heissen Zone so häufig auftretenden, oft sehr grossen (meilenlangen) Korallenriffe verdanken ihre Entstehung hauptsächlich verschiedenen mit Skelet versehenen vielarmigen Korallenthieren. Ausser diesen tragen auch noch andere Thiere, namentlich gewisse Hydroiden (*Millepora*, S. 116) zur Bildung der Riffe bei. Die Riffe bestehen theils aus den Skeleten abgestorbener Stöcke, theils aus den lebendigen Stöcken, welche sich auf letzteren angesiedelt haben; an und bei den Riffen leben eine Menge anderer Thierformen, welche theilweise diesen eigenthümlichen Verhältnissen speciell angepasst sind, so dass man von einer besonderen Riff-Fauna reden könnte. Die Korallenriffe gehören zu den charakteristischsten Erscheinungen der tropischen Meere.

1. In den nördlichen Meeren ist die Ordnung fast nur durch Actinien (See-Anemonen, See-Rosen) vertreten: skeletlose Einzelthiere von meistens verhältnissmässig ansehnlicher Grösse und gewöhnlich mit mehreren Kreisen von Fangarmen; unten besitzen sie eine breite Fussscheibe, mit welcher sie sich fremden Gegenständen anheften; sie sind eines langsamen Ortwechsels fähig. Mehrere Arten in der Nordsee.

2. Die mit Kalkskelet versehenen Formen, die Steinkorallen (*Madreporaria*), gehören fast ausschliesslich den heisseren Meeren an, in welchen sie in grossem Reichthum, meistens als Colonien, seltener als Einzelthiere auftreten. Im Mittelmeer sind sie durch einige wenige Arten vertreten.

3. Classe. **Rippenquallen** (*Ctenophora*).

Die Rippenquallen können als Medusen aufgefasst werden, deren Klöpfel fehlt und bei denen die Glocke so stark gewölbt und zusammengezogen worden ist, dass der Raum unterhalb derselben zu einer weiteren oder engeren Röhre (dem sogenannten „Magen“) geworden ist, in deren Grund der Eingang zur Darmhöhle, also die Mundöffnung liegt. An der Oberfläche des Körpers bemerkt man 8 schmale Streifen, welche wie die Meridiane eines Globus verlaufen; jeder dieser Streifen oder Rippen, wie sie genannt werden, ist zusammengesetzt aus einer Reihe kleiner Blättchen, welche aus je einer Querreihe mit einander verschmolzener Wimperhaare bestehen; diese Blättchen bilden die wichtigsten Bewegungswerkzeuge des Thieres. Viele Rippenquallen sind mit 2 langen, verästelten Tentakeln versehen, welche an entgegengesetzten Körperseiten entspringen und in je eine besondere Tentakelhöhle zurückgezogen werden

können; übrigens ist der Körper ohne Anhänge. Die oben genannte Mundöffnung führt in eine kleine Darmhöhle (den sogenannten „Trichter"), von welcher unter Anderem Kanäle entspringen, welche den Rippen entlang verlaufen. Am oberen Körperpol findet sich ein Gehörwerkzeug. Nesselzellen fehlen.

Im Körper der Rippenquallen ist ein 8-strahliger Grundplan bis zu einem gewissen Grad angedeutet, aber nicht durchgeführt. Thatsächlich kann der Körper nur in zwei congruente Stücke getheilt werden: er ist ziemlich streng zweistrahlig. Der zweistrahlige Grundplan ist z. B. in der Anordnung der Tentakel, der Aeste der Darmhöhle etc. ausgeprägt.

Die Rippenquallen, von deren Bau oben nur gewisse Momente hervorgehoben sind, während von anderen abgesehen wurde, sind hermaphroditische Thiere ohne Generationswechsel, welche in mehrfacher Beziehung eine Sonderstellung unter den Cölenteraten einnehmen. Die meisten leben in den wärmeren Meeren; alle sind pelagische Thiere.

Von besonderem Interesse ist es, dass die Larven einiger Rippenquallen häufig, kurz nachdem sie die Eihülle verlassen haben, geschlechtsreif werden und befruchtete Eier ablegen (solches findet nur während der warmen Jahreszeit statt). Nachher bilden sich die Geschlechtsorgane wieder zurück, und dieselben Larven entwickeln sich zu normalen Individuen, welche nochmals geschlechtsreif werden (vergl. die Pädogenesis der Insekten).

Von einzelnen Formen führen wir an: *Beroë,* tonnenförmig, mit weitem „Magen", ohne Tentakel; *Cydippe,* kuglig, mit engem „Magen" und langen Tentakeln; *Cestus Veneris* (Venusgürtel) mit stark zusammengedrücktem, zu einem Bande gestrecktem Körper. Alle genannten im Mittelmeer, die beiden ersten auch in der Nordsee vertreten.

Anhang zu den Cölenteraten:

Schwämme (*Spongiae* oder *Porifera*).

Die Schwämme bilden eine sehr eigenthümliche Abtheilung niedrig stehender Thiere, welche gewöhnlich neben die Cölenteraten gestellt werden, deren Platz im System aber durchaus noch nicht sicher festgestellt ist.

In seiner einfachsten Gestalt (Fig. 74 *A*) ist der Körper, welcher stets fremden Gegenständen angeheftet ist, ein an dem einen (oberen) Ende offener, am entgegengesetzten Ende geschlossener Sack, welcher aus drei Lagen zusammengesetzt ist; von diesen besteht die Aussenlage aus platten Zellen, welche mit je einer Wimpergeissel versehen sind, die Mittellage besteht aus einer bindegewebigen Masse, und die Innenlage ist aus einer besonderen Form von Geisselzellen (Fig. 73) zusammengesetzt, welche sich dadurch auszeichnen, dass das freie Ende einer jeden eine dünne schornsteinartige Röhre trägt, innerhalb welcher die Geissel sitzt (Kragenzellen). Die Höhle des Schlauches steht nicht nur durch die grosse Endöffnung (*Osculum*), sondern auch durch so-

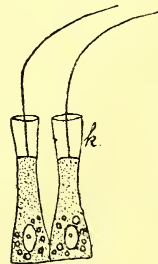


Fig. 73. Kragenzellen eines Schwammes. *k* Kragen.

genannte Porenkanäle, welche die Wand durchbohren und sich mit feinen Poren auf der Oberfläche öffnen, mit der Aussenwelt in Verbindung. Durch die Poren geht ein steter Wasserstrom in die grosse Höhle hinein und tritt durch die grosse Oeffnung wieder nach aussen; die Bewegung des Wasserstroms wird durch die Geisseln besorgt.

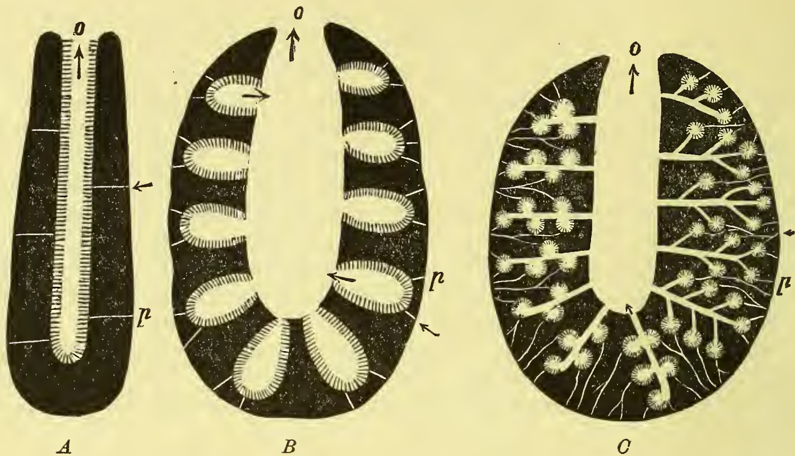


Fig. 74. Verschiedene Formen von Schwämmen, schematische Längsschnitte. *o* Hauptöffnung, *p* Poren. — Orig.

Die genannte einfachste Grundform kommt nur bei einer Minderzahl der Schwämme vor (bei gewissen Kalkschwämmen). Sie wird bei anderen dadurch complicirt, dass die Darmhöhle nach allen Seiten hin mit sackförmigen Ausstülpungen versehen ist (Fig. 74 *B*), auf welche dann die Kragenzellen beschränkt sind, während der Hauptraum mit Plattenepithel ausgekleidet wird; in die Ausstülpungen münden die Porenkanäle. Bei anderen (Fig. 74 *C*, die linke Seite der Figur) sind die Ausstülpungen wieder mit kleineren Aussackungen versehen, in welch letzteren die Kragenzellen dann allein gefunden und welche als Geisselkammern bezeichnet werden; letztere stehen mit der Oberfläche des Schwammes durch verzweigte Porenkanäle in Verbindung. Endlich können die Geisselkammern traubenförmig sein, indem sie durch kürzere oder längere Stiele mit den Hauptästen verbunden sind (Fig. 74 *C*, die rechte Seite der Figur). In allen Fällen tritt das Wasser durch die Poren ein, durchströmt die verschiedenen Kanäle und Hohlräume, um schliesslich den Schwamm durch die Hauptöffnung zu verlassen. Mit dem Wasser treten die mikroskopischen Theilchen, welche dem Schwamm als Nahrung dienen, in seinen Körper ein; die Kragenzellen nehmen dieselben in sich auf und scheiden später das Unbrauchbare wieder aus. Ausserdem ist der Wasserstrom zweifellos für die Athmung von grösster Wichtigkeit.

Bei einigen Schwämmen münden die Poren zunächst in unregelmässige, unterhalb der Oberfläche befindliche Räume, die Subdermalhöhlen, von denen dann Kanäle entspringen, welche zu den Geisselkammern gehen.

Die Hauptmasse des Körpers bildet die oben genannte Mittel-

lage, welche gewöhnlich aus einer Art Bindegewebe mit gallertiger Intercellularsubstanz besteht. In demselben finden sich neben den gewöhnlichen, fixen Zellen (welche theilweise pigmentirt sein können) amöboide Wanderzellen, welche in der Gallertmasse umherkriechen. In der Mittellage entwickeln sich ferner fast immer feste Theile, welche ein mehr oder weniger zusammenhängendes Skelet bilden. Letzteres besteht entweder aus netzartig verbundenen, elastischen hornartigen Fasern, oder aus feinen Kalknadeln, welche theils einfach sind, theils aus 3—4 am einen Ende verbundenen, nach verschiedenen Richtungen ausstrahlenden Aesten bestehen, oder es ist ein Kieselskelet sehr verschiedener Art, welches aus isolirten, mit einander durch eine Kittmasse verbundenen Nadeln oder aus direct in einander übergehenden Kieselfasern zusammengesetzt ist; die Kieselnadeln sind entweder einfache Nadeln oder von complicirter, und zwar mannigfaltiger, oft ungemein zierlicher Form (ankerförmig, sternförmig etc.). Nicht selten stecken die Kalk- oder Kieselnadeln theilweise aus der Oberfläche des Körpers hervor. Einige Schwämme besitzen ausschliesslich Kalktheile, andere bloss Kieseltheile, andere nur ein Hornskelet; bei manchen sind aber gleichzeitig hornige und kieselige Skelettheile vorhanden, während Kalknadeln und Hornfasern nie zusammen vorkommen. — In der Mittellage sind ausser den schon genannten Theilen auch noch Muskelzellen vorhanden; auch Nervenzellen meint man in derselben gefunden zu haben. Bei einigen Schwämmen sollen an gewissen Stellen der Oberfläche Sinneszellen vorhanden sein.

Sehr häufig bilden die Schwämme durch ungeschlechtliche Vermehrung Colonien von sehr verschiedener Form, deren einzelne Individuen nur in wenigen Fällen deutlich unterscheidbar sind, während sie meistens so innig mit den benachbarten Personen verbunden sind, dass äusserlich nur die Mehrzahl der Hauptöffnungen (Oscula) darauf hinweist, dass man es nicht mit einem Individuum, sondern mit einer Colonie zu thun hat. — Bei einigen Schwämmen kommt aber auch eine Sprossung vor, bei welcher die neuen Individuen sich ablösen und selbständig weiterwachsen; ferner kennt man bei Süsswasserschwämmen eine eigenthümliche Form ungeschlechtlicher Fortpflanzung: es kapseln sich Theile des Schwammkörpers in kleine Schalen ein, welche sich im Inneren des Schwammes bilden, und entwickeln sich nach einer Ruhepause zu je einem neuen Schwamm: Keime (*Gemmulae*).

Die Schwämme pflanzen sich übrigens durchweg in gewöhnlicher Weise durch Eier und Samen fort, welche bei einigen in denselben Individuen, resp. Colonien, bei anderen in verschiedenen gebildet werden. Das Ei ist nackt und einer amöboiden Bewegung fähig; es entwickelt sich noch im mütterlichen Körper zu einer bewimperten Larve, welche sich nach einem kurzen freien Leben festsetzt und zu einem neuen Schwamm heranwächst.

Die äussere Form der Schwämme (resp. Schwammcolonien) ist eine ungemein verschiedene, sie sind bald klumpenförmig, bald mehr gestreckt oder becherförmig, scheibenförmig etc. oder von ganz unregelmässiger Form. Sie sind alle festsitzend und gehören zum allergrössten Theile dem Meere an; nur wenige Formen leben im Süsswasser.

Von den zahlreichen Formen führen wir nur einzelne an:

1. Die Badeschwämme (***Euspongia***), von welchen verschiedene Arten und Varietäten den Gegenstand einer wichtigen Fischerei im Mittelmeer bilden, sind Hornschwämme (mit ausschliesslichem Hornskelet), welche

sich dadurch auszeichnen, dass das Skelet ungemein elastisch ist und vollständig austrocknen kann, ohne brüchig zu werden. Die frischen Schwämme haben ein schwärzliches Aussehen; erst wenn sämmtliche Weichtheile entfernt sind, bekommt der Schwamm seine helle Farbe.

2. Die Glasschwämme (*Hexactinellidae*) sind Kieselschwämme, welche durch die hervorragende Schönheit ihres einem Glasgespinnst ähnlichen Skelets ausgezeichnet sind. Eine bekannte Form dieser Gruppe ist die prachtvolle philippinische *Euplectella aspergillum* (Giesskannenschwamm), welche wie mehrere Verwandte in bedeutender Tiefe lebt.

3. Die Bohrschwämme (*Vioa*) sind kleine Kieselschwämme, welche sich in Kalksteine, Muschel- und Schneckenschalen — ohne Zweifel vermittels einer chemischen Einwirkung — einzufressen vermögen; in den von ihnen bewohnten Steinen oder Schalen (sie greifen nicht nur todte Schalen, sondern auch die äusseren Theile der Schalen lebendiger Weichthiere an) findet man ein System von Hohlräumen, welche von dem Körper des Schwammes ausgefüllt sind und mit der Aussenwelt durch feine Löcher an der Oberfläche des Steines oder der Schale in Verbindung stehen. Die Bohrschwämme spielen eine wichtige Rolle in der Natur, indem sie Schalen und Gesteine auflösen. In den europäischen Meeren überall häufig.

4. Die Süsswasserschwämme (*Spongilla fluviatilis* und andere Arten), in den süssen Gewässern Deutschlands häufig, bilden Colonien von verschiedener Form (ästig, klumpig etc.), welche an Wasserpflanzen, Pfählen u. A. festsitzen; oft wird die äussere Form der Colonien wesentlich durch die der Unterlage bedingt, welche der Schwamm überzieht. Es ist ein Kieselschwamm mit einfachen Nadeln; im Herbst werden in grosser Anzahl Keime gebildet, welche überwintern und sich im Frühjahr weiter entwickeln.

---

2. Kreis. **Stachelhäuter** (*Echinodermata*).

Ebenso wie bei den Cölenteraten finden wir auch bei den Stachelhäutern einen radiären Bauplan des Körpers, während diese sich im Uebrigen von jenen — mit denen sie in früherer Zeit als Strahlthiere (*Radiata*) vereinigt wurden — in hohem Grade abweichend verhalten. Es entwickelt sich z. B. hier frühzeitig ein Mesoderm; es ist eine Leibeshöhle, ein Gefässsystem und ein Wassergefässsystem vorhanden etc.

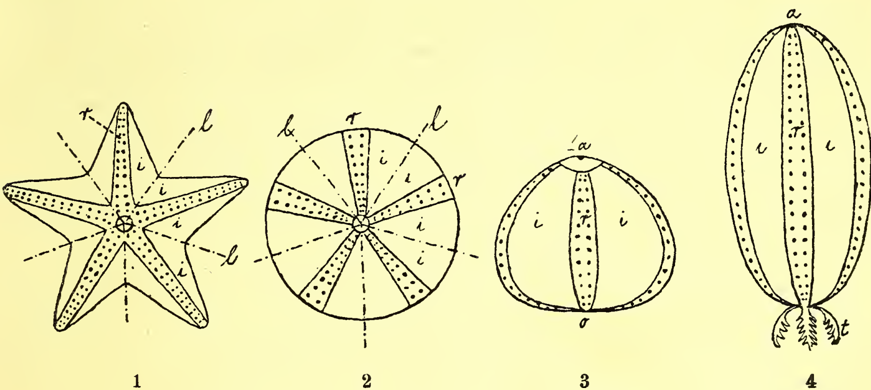


Fig. 75. Schematische Figuren zur Erläuterung des strahligen Baues der Stachelhäuter. 1 Seestern von unten, 2 Seeigel ebenso. 3 Seeigel von der Seite, 4 Seewalze ebenso. *a* After, *o* Mund, *r* Radius, *i* Interradius; *l* Linien, welche die Schnitte andeuten, durch welche die Thiere in Strahlen getheilt werden; *t* Tentakel. — Orig.

Die Grundzüge des allgemeinen Bauplanes bei regulär entwickelten Stachelhäutern sind folgende. Gewöhnlich ist die Grundzahl 5: das Thier kann durch 5 in einer Haupt- oder Mittelaxe zusammentreffende Schnitte in 5 ungefähr congruente Strahlen (Antimeren) getheilt werden. Nach der verschiedenen Länge der Hauptaxe hat der Körper der Stachelhäuter sehr verschiedene äussere Formen: ist die Hauptaxe länger als die Queraxen, so wird der Körper gurken- oder wurstförmig, ist sie von derselben Länge wie die Queraxen oder wenig kürzer, so nähert sich die Körpergestalt der Kugelform; ist sie viel kürzer, so wird der Körper scheibenförmig. Alle diese verschiedenen

Formen, welche durch Uebergänge mit einander verbunden sind, finden sich bei den Stachelhäutern vertreten. An dem einen Pol der Hauptaxe liegt der Mund. Die Oberfläche des Körpers kann durch meridionale Linien (vom einen Pol zum anderen) in 10 Segmente getheilt werden; 5 derselben sind einander ähnlich und wechseln regelmässig mit den 5 anderen ab, welche ebenfalls unter sich ähnlich, aber jenen unähnlich sind. An der einen Gruppe der Segmente finden sich die unten näher zu beschreibenden Füsschen, welche den übrigen 5 abgehen. Die mit Füsschen besetzten Segmente des Körpers werden als Radien, die zwischenliegenden als Interradien bezeichnet.

Der radiäre Bauplan ist nicht nur äusserlich, sondern ebenfalls in den meisten inneren Organen (vergl. unten) ausgeprägt, wenn auch niemals streng durchgeführt: immer finden sich, wenigstens in einigen Organsystemen, grössere oder geringere Abweichungen. Bei manchen Formen kommen hierzu noch bedeutendere Störungen der gesammten radiären Anordnung, worüber des Näheren die einzelnen Abtheilungen, besonders die Seeigel, zu vergleichen sind.

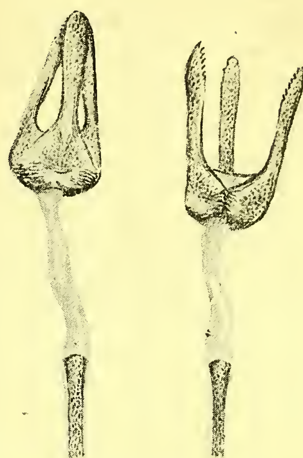
Zu den charakteristischsten Zügen des Baues der Stachelhäuter gehört es, dass in den bindegewebigen Theilen der Körperwand fast ausnahmslos Verkalkungen von verschiedener Grösse und Form auftreten. Bald sind es ganz kleine (fast mikroskopische) Kalkkörperchen, oft von zierlicher Form, kleine durchlöcherte Kalkplatten, rad- oder ankerförmige Körperchen; bald grössere Platten, welche mit einander beweglich verbunden sind; bald grosse, unbeweglich verbundene Platten. Wenn man von einigen ganz kleinen absieht, sind die Kalkkörper stets von poröser, durchlöcherter, spongiöser Beschaffenheit. In den meisten Fällen sind die Verkalkungen in einem solchen Umfange vorhanden, dass sie einen ansehnlichen Theil der ganzen Masse des Körpers ausmachen; bei einer geringeren Anzahl (Seewalzen) sind dieselben dagegen mehr untergeordnet [1]). — Die Verkalkungen finden sich übrigens nicht allein in der Körperwand, sondern können zuweilen auch anderswo im Thiere vorkommen, z. B. in der Wand des Steinkanals (vergl. unten) und am Schlund der Seewalzen.

Die Haut ist sehr häufig äusserlich bewimpert, oft prächtig gefärbt. Mit derselben sind verschiedenartige Anhänge verbunden, von welchen viele ebenso wie die Körperwand selbst innerlich verkalkt sind. Das ist z. B. mit den bei der Mehrzahl der Stachelhäuter vorhandenen beweglichen Stacheln [2]) der Fall, in denen die Kalkmasse ganz überwiegend wird (wenn auch Bindegewebe und Oberhaut keineswegs an den Stacheln fehlen). Bei Seesternen und Seeigeln findet sich ferner eine eigenthümliche Art von Anhängen, die sogenannten Greifzangen oder Pedicellarien, welche aus je zwei oder drei kurzen verkalkten Stücken bestehen, die am einen Ende mit einander verbunden sind, während die freien Enden, welche oft mit einer umgebogenen Spitze versehen sind, kneipzangenartig an einander gelegt werden können; häufig sitzen die Pedicellarien am Ende eines innerlich von einem Kalk-

1) Die Verkalkungen liegen im Bindegewebe, welches wieder von der Oberhaut bedeckt ist. An Stellen, wo der Körper einer Reibung ausgesetzt ist, kann aber die genannte weiche Bedeckung abgerieben und die Verkalkungen somit stellenweise entblösst werden (Stachelspitzen der Seeigel, Theile der Oberfläche der Schlangensterne etc.).

2) Häufig sind die Stacheln nicht ganz einfache Gebilde, sondern gespalten etc. Solches gilt z. B. von den bei einigen Seesternen vorkommenden Paxillen, welche auf dem Ende eines Schaftes eine Rosette von feinen Spitzen tragen.

stab gestützten längeren oder kürzeren beweglichen Stieles. Die Pedicellarien dienen als Vertheidigungswaffen: kleinere Thiere werden z. B. von ihnen ergriffen und festgehalten, bis sie abgestorben sind; auch entfernen sie Kothpartikel und Fremdkörperchen von der Oberfläche des Körpers.


Fig. 76. Pedicellarie eines Seeigels, geschlossen und geöffnet. Proximaler Theil des Stieles nicht gezeichnet. — Orig.

Ein besonderes Interesse beanspruchen unter den Körperanhängen der Stachelhäuter die Saugfüsschen, feine, meistens cylindrische, weiche Anhänge, deren freies Ende entweder mit einer kleinen Saugscheibe ausgestattet oder abgerundet ist; nur im ersteren Fall wirken sie als Haftwerkzeuge. Die Saugfüsschen können sich zu einer sehr bedeutenden Länge ausdehnen und erscheinen dann häufig als sehr lange dünne Fäden, während sie in zusammengezogenem Zustande auf einen geringen Bruchtheil jener Länge einschrumpfen. Die mit einer Saugscheibe versehenen Füsschen wirken als Bewegungswerkzeuge, indem sie zunächst ausgestreckt werden, sich dann an fremden Gegenständen festheften, dann sich wieder verkürzen und so den Körper nach sich ziehen; wenn sie am Ende abgerundet sind, fungiren sie gewöhnlich als Tastorgane. Die Füsschen sind mit einer inneren Höhlung ausgestattet, welche mit dem den Stachelhäutern eigenthümlichen Wassergefässsystem in Verbindung steht.

Das Wassergefässsystem besteht aus einer Anzahl mit einander verbundener, mit Flüssigkeit gefüllter Röhren, welche von einem Wimperepithel ausgekleidet sind. Von diesen ist zunächst der Ringkanal zu nennen, welcher den Darmkanal dicht an der Mundöffnung umgiebt, und von welchem 5 Radiär-Kanäle ausgehen, die an der Körperwand in der Mitte der Radien verlaufen und an jedes Saugfüsschen ein kleines Gefäss abgeben. Der Ringkanal steht gewöhnlich mit der Aussenwelt durch den sogenannten Steinkanal (der Name stammt daher, dass die Wand des Kanals oft Kalkkörperchen enthält) in Verbindung; der Steinkanal heftet sich an eine Platte der Körperwand, die Madreporenplatte, welche von einem oder mehreren kleinen Löchern durchbohrt ist, durch welche Meerwasser in die Wassergefässe aufgenommen wird. Der Ring-

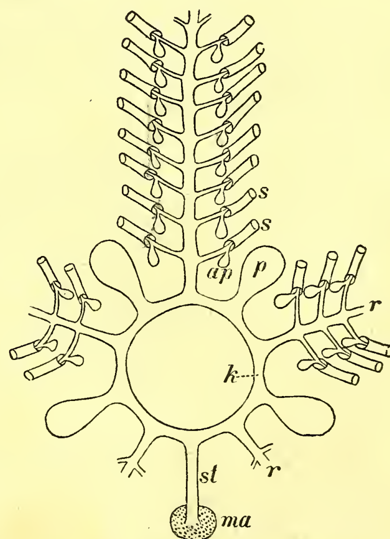


Fig. 77. Schematische Darstellung des Wassergefässsytems eines Seesterns. *ap* Ampulle, *k* Ringkanal, *ma* Madreporenplatte, *p* Poli'sche Blase, *r* Radiärkanal, *s* Saugfüsschen, *st* Steinkanal. — Nach Gegenbaur, geändert.

kanal ist gewöhnlich mit einer Anzahl blasenförmiger Erweiterungen (Poli'scher Blasen) besetzt; ferner sind die Aeste, welche die Radiärkanäle an die Saugfüsschen abgeben, gewöhnlich mit je einer kleinen Aussackung, Ampulle, versehen. Durch Zusammenziehung der Wassergefässe und der Ampullen wird das Wasser in die Saugfüsschen hineingetrieben, und letztere werden dadurch ausgedehnt; wenn die musculösen Saugfüsschen sich dann wieder contrahiren, wird das Wasser in die Kanäle zurückgetrieben [1]). — Bei der Mehrzahl der Seewalzen und bei den Seelilien steht der Steinkanal (oder die Steinkanäle, denn es können mehrere solche vorhanden sein) nicht mit der Körperoberfläche in Verbindung, sondern endet in der Leibeshöhle mit einer oder mehreren Oeffnungen, durch welche die in der Leibeshöhle vorhandene Flüssigkeit in die Wassergefässe aufgenommen wird. Bei den Seelilien ist die Körperwand mit feinen Poren versehen, durch welche das Meerwasser in die Leibeshöhle hinein gelangt.

Bei den Larven steht das Wassergefässsystem übrigens immer durch einen an der Körperoberfläche sich öffnenden Steinkanal mit dem Meerwasser in directer Verbindung. Bei den Larven ist auch immer nur ein einziger Steinkanal vorhanden.

Das Wassergefässsystem hat keine Verbindung mit dem eigentlichen Blutgefässsystem, so dass die Stachelhäuter zwei gesonderte Systeme von Flüssigkeit führenden Kanälen besitzen. Auch im Blutgefässsystem finden wir ein den Mund umgebendes Ringgefäss, von welchem unter Anderem Gefässe entspringen, welche die Radien entlang laufen. Oft (bei Seesternen, Schlangensternen) ist noch ein zweites Ringgefäss vorhanden, welches vom Munde entfernter liegt und mit ersterem durch ein Gefässgeflecht in Verbindung steht. Ein Herz fehlt.

Der Darmkanal verhält sich bei den verschiedenen Abtheilungen sehr verschieden. Wir bemerken hier nur, dass, während der Mund stets an dem einen Pol seinen Platz hat, der (gewöhnlich vorhandene) After meistens in einem Interradius liegt, wenn auch bei einigen sehr nahe dem anderen Pol.

Besondere Athmungsorgane sind gewöhnlich nur wenig entwickelt oder werden völlig vermisst. Sie treten in verschiedenen Formen auf: „Wasserlungen“ bei den Seewalzen, Rückenpapillen bei den Seesternen, buschige Kiemen am Munde der Seeigel; wir werden sie bei den einzelnen Abtheilungen näher besprechen.

Excretionsorgane sind bis jetzt bei den Stachelhäutern nicht bekannt. Ein dem Steinkanal angelagertes, drüsenähnliches Organ, welches früher irrthümlich als Herz gedeutet wurde, ist später als Excretionsorgan in Anspruch genommen worden, scheint aber in Wirklichkeit ein „lymphoides“ Organ zu sein, ein Organ, in welchem Blutkörperchen gebildet werden.

Das Nervensystem besteht bei allen Stachelhäutern aus einem den Mund umgebenden Nervenring, von welchem Nervenstämme ausgehen, die in je einem Radius verlaufen. Bei den Seesternen und Seelilien liegen sowohl der Ring als die radiären Nervenstämme in der Oberhaut, während sie bei den übrigen tiefer hineingerückt sind. — Von Sinnesorganen sind die bei den Seesternen an der Spitze der

---

1) In der Flüssigkeit der Wassergefässe schwimmen ähnliche amöboide Zellen wie im Blute.

Arme vorhandenen kleinen Augen hervorzuheben. Ausserdem kommen kleine Augen bei gewissen Seewalzen (*Synapta*) vor, wo sie an der Basis der Fühler ihren Platz haben; und endlich wurden Sehorgane bei einigen

Fig. 78.

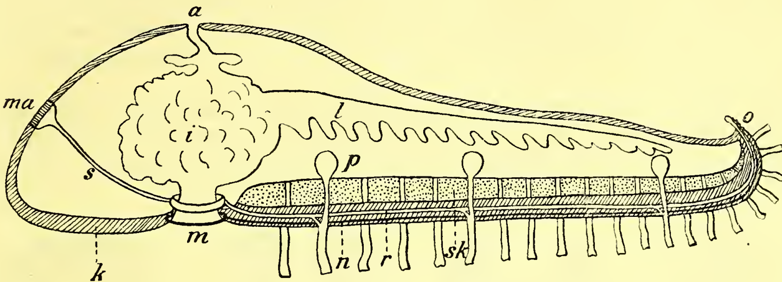


Fig. 79.

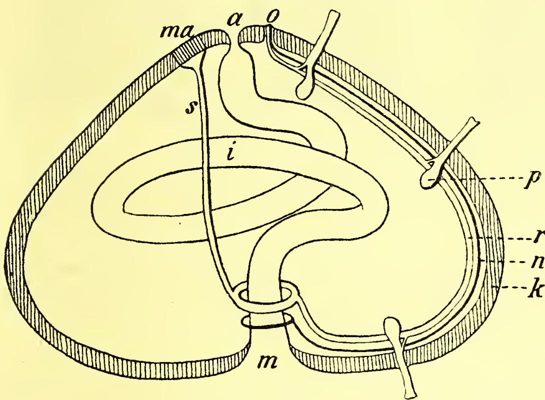


Fig. 78 u. 79. Schematische Längsschnitte eines Seesterns und eines Seeigels. Die Schnitte gehen rechts durch einen Radius, links durch einen Interradius. *a* After, *i* Darm, *k* Leibeswand, *l* Blindschlauch des Darmes, *m* Mund, *ma* Madreporenplatte, *n* Radiärnerv, *o* in Fig. 78 Auge, in Fig. 79 empfindliche Hautstelle, *p* Ampulle, *r* Radiärkanal, *s* Steinkanal, *sk* Skeletstücke. Die Poli'schen Blasen etc. sind fortgelassen. — Orig.

Seeigeln beschrieben, wo sie in grosser Anzahl über den Körper verbreitet sind. Bläschenförmige Gehörorgane sind nur bei einigen Seewalzen bekannt.

Die Fortpflanzung ist mit wenigen Ausnahmen eine geschlechtliche, und im Allgemeinen sind die Stachelhäuter getrennten Geschlechts. Die Geschlechtswerkzeuge des Männchens und des Weibchens sind in der Form einander sehr ähnlich, können aber meistens dadurch auch ohne mikroskopische Untersuchung unterschieden werden, dass die Eierstöcke gelblich oder röthlich, die Hoden weiss sind. Meistens sind sie ausgeprägt radiär angeordnet, und zwar so, dass in jedem Interradius ein Hoden oder Eierstock, resp. eine kleine Gruppe von solchen vorhanden ist; zuweilen fehlen sie aber in einem oder mehreren Interradien (bei irregulären Seeigeln) oder sind sogar nur in einem einzigen vorhanden (bei den Seewalzen). Sie sind meistens schlauchförmig, öfters verästelt und öffnen sich in den Interradien mit je einer Oeffnung, bei einigen in der Nähe des Afterpols, bei anderen mehr oder weniger von diesem entfernt oder gar in der Nähe des Mundes.

Die Befruchtung findet meistens erst nach der Ablage der in der Regel kleinen Eier statt. Einige wenige Stachelhäuter sind aber lebendiggebärend, und bei diesen erfolgt die Befruchtung natürlich im mütterlichen Körper. Bei einigen Formen findet eine Brutpflege statt in der Weise, dass die Eier aussen am mütterlichen Körper entweder unter dem Schutz der Stacheln oder in besonderen Vertiefungen der Oberfläche umhergetragen werden; einige Seesterne bilden eine Art Bruthöhle für die Eier, indem sie die Arme nach unten über dieselben zusammenbiegen.

Die Entwicklung der Stachelhäuter bietet dadurch ein besonderes Interesse dar, dass diese grösstentheils eine complicirte Metamorphose durchlaufen und dabei in einer Larvengestalt auftreten,

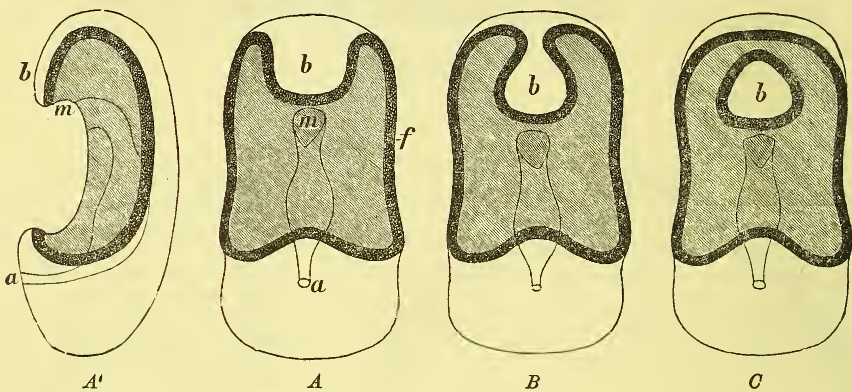


Fig. 80. Schematische Figuren der wichtigsten Larvenformen der Stachelhäuter (junge Larven). *A*, *B*, *C* von unten gesehen; *A'* ist *A* von der linken Seite. *a* After, *f* Wimperschnur, *m* Mund. Der sattelförmig eingedrückte Theil ist schraffirt. Vergl. übrigens den Text. — Orig.

welche im Gegensatz zum Erwachsenen keine Spur eines radiären Baues aufweist, sondern im Gegentheil entschieden bilateral-symmetrisch ist. Die Larven lassen, wenn wir von denjenigen der Seelilien und einzelnen anderen absehen, einen gemeinsamen Grundplan erkennen. In ihrer einfachsten Form (vergl. Fig. 80), wie wir sie bei der jungen Larve finden, ist die Stachelhäuterlarve rundlich, etwas länger als breit, und auf der Bauchseite mit einer sattelförmigen Vertiefung versehen. Der Rand des Sattels ist schnurförmig verdickt und mit Wimperhaaren besetzt, vermittels welcher das Thier im Wasser umherschwimmt. Die Mundöffnung hat ihren Platz vorn in der sattelförmigen Vertiefung, der After hinter dem Hinterrand der Wimperschnur. Vorn begrenzt die Wimperschnur einen hervorragenden Lappen (*b* Fig. 80 *A*), welcher in einigen Fällen nur durch eine schmale Brücke mit dem übrigen nicht eingedrückten Theil der Oberfläche des Körpers zusammenhängt (Fig. 80 *B*, Seewalzen) und in anderen Fällen sogar von demselben völlig abgeschnürt ist und eine besondere, von einer kleinen Wimperschnur umsäumte Insel in dem vertieften Theil bildet (Fig. 80 *C*, Seesterne). Bei älteren Larven wird der bewimperte Rand mehr oder weniger ausgebuchtet, ja meistens sogar in lange Fortsätze oder Arme ausgezogen, welche dann häufig von feinen inneren Kalkstäben gestützt werden (bei Schlangensternen und Seeigeln). Nachdem die Larve sich einige Zeit

im Wasser umherbewegt hat, fängt eine Partie ihres Körpers an, sich durch eine complicirte Umbildung in den Körper des erwachsenen Stachelhäuters zu verwandeln, während der übrige Theil der Larve allmählich zusammenschrumpft. Das Endresultat der Metamorphose ist ein kleines Thier, welches in den Hauptzügen die Gestalt des erwachsenen besitzt, wenn es sich auch noch in manchen Beziehungen von letzterem abweichend verhält, z. B. darin, dass es eine geringere Anzahl von Saugfüsschen besitzt etc. Der so entwickelte Stachelhäuter wird also

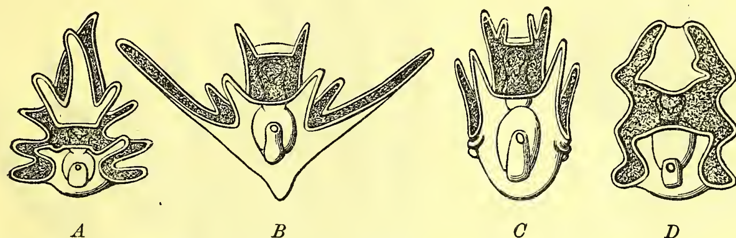


Fig. 81. Larven von: *A* Seestern, *B* Schlangenstern, *C* Seeigel, *D* Seewalze. — Nach J. Müller.

durch eine Umformung des Larvenkörpers gebildet, bei welcher grössere Partien desselben rückgebildet werden, während andere desto mehr wachsen und ausgebildet werden. — Bei einem Theil der Stachelhäuter, besonders solchen, deren Eier sich in oder auf dem Körper des Mutterthieres entwickeln, fehlt eine Metamorphose, oder dieselbe ist weniger ausgeprägt oder in verschiedener Weise modificirt.

Eine ungeschlechtliche Vermehrung kommt nur bei wenigen Stachelhäutern vor; vergl. die Asteroiden und die Seewalzen.

Alle Stachelhäuter leben im Meere, in grösseren oder kleineren Tiefen; sie kriechen meistens auf dem Boden umher oder sind festsitzend; nur ausnahmsweise sind sie einer Schwimmbewegung fähig. Die Abtheilung war schon in den ältesten Perioden der Erdgeschichte, aus denen überhaupt Thierüberreste bekannt sind, vertreten, und wegen ihrer Häufigkeit und des gewöhnlichen Vorhandenseins eines stark entwickelten Hautskelets haben sie sehr zahlreiche Versteinerungen geliefert.

1. Classe. **Seelilien** (*Crinoidea*).

Die Seelilien zeichnen sich in erster Linie dadurch vor den übrigen Stachelhäutern aus, dass sie entweder im erwachsenen Zustande oder wenigstens in einem auf den ersten, freien Larvenzustand folgenden Jugendstadium im Meeresboden oder auf Fremdkörpern vermittels eines Stieles festsitzen, welcher von der Mitte der Rückenseite entspringt. Der eigentliche Körper ist im Verhältniss zum ganzen Umfang des Thieres von geringer Grösse, auf der nach oben gewendeten Bauchseite (Mundseite) meistens weich und abgeplattet, auf der Rückenseite fest und gewölbt; am Rande des Körpers entspringt eine Anzahl, meistens 5 oder 10, Arme, welche sich oft, zuweilen zu wiederholten Malen, spalten; am Rande der Arme entlang entspringt jederseits eine Reihe von Seitenästen oder Fiedern (Pinnulae), ähnlich wie die

Strahlen einer Feder. Die Rückenseite sowohl des Körpers wie der Arme und der Seitenäste enthält grosse, dicke, dicht an einander gefügte Kalkstücke, welche in jedem Arm eine Reihe wirbelartig verbundener, beweglicher Glieder bilden, während die dem Körper angehörigen

Fig. 83.



Fig. 82.

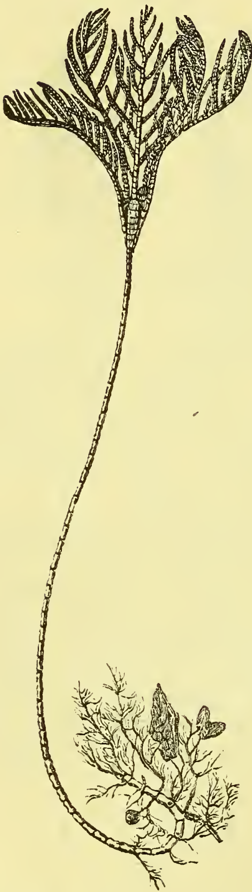


Fig. 84.

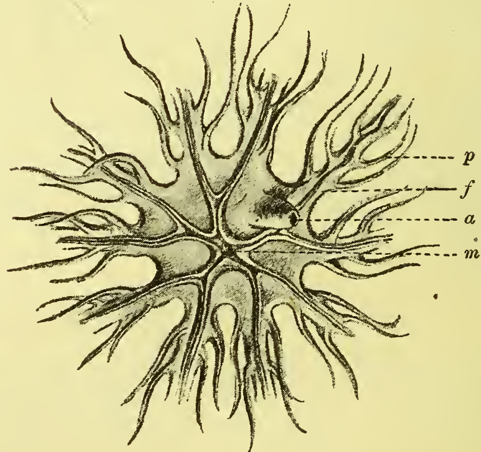


Fig. 82. *Rhizocrinus lofotensis.*
Fig. 83. Haarstern (*Antedon*).
Fig. 84. Die nach oben gekehrte Seite (Bauchseite) eines Haarsterns; die zehn Arme sind nicht weit vom Ursprung abgeschnitten. *a* After, an der Spitze eines Fortsatzes; *f* Furche, *m* Mund, *p* Seitenast (Pinnula). — Orig.

einen Kelch bilden, in welchem die Eingeweide liegen. Alle diese Kalkstücke, welche einen beträchtlichen Theil des ganzen Thierkörpers ausmachen, sind Verkalkungen der dorsalen Wand des Thieres. Im Stiel

ist ebenfalls eine Reihe von Kalkgliedern vorhanden, welche den überwiegenden Theil desselben ausmachen; auch die häufig vom Stiel entspringenden fadenförmigen (selten wurzelähnlichen, verästelten) Ranken enthalten ähnliche Kalkglieder. Im Gegensatz zu der Rückenseite ist die Bauchseite sowohl des Körpers wie der Arme gewöhnlich weich, wenig verkalkt. Auf der Bauchwand befindet sich in der Mitte (seltener excentrisch) die Mundöffnung; wenig von dieser entfernt der After, auf der Spitze einer kleinen kegelförmigen Röhre in einem der Interradien. Vom Munde gehen 5 radiäre bewimperte Furchen aus, welche

Fig. 85.

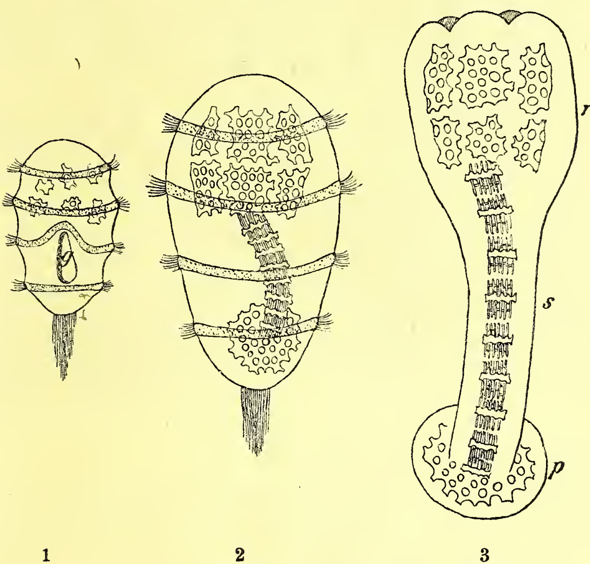


Fig. 86.



Fig. 85. Larven eines Haarsterns (*Antedon rosacea*) auf verschiedenen Entwicklungsstufen. 1 junge, 2 etwas ältere Larve des freischwimmenden Stadiums; im letzteren sind schon ansehnliche Theile des Skelets des Haarsternes angelegt. 3 Larve kurz nach dem Festsetzen. *g* Gastrulamund, *p* Fussscheibe, *r* Rumpf, *s* Stiel. — Nach Wyv. Thompson.

Fig. 86. Festsitzendes Stadium einer anderen Haarsternart (*Antedon Eschrichtii*), $\frac{4}{1}$. — Nach Levinsen.

sich, wenn nur 5 Arme vorhanden sind, ungetheilt auf letztere fortsetzen, während sie, wenn das Thier 10 Arme besitzt, sich vorher gabelförmig theilen, ebenso wie sie sich mit den Armen spalten und die kleinen Seitenäste derselben mit je einer kleinen Furche versehen. Längs der beiden Seiten der Furchen findet sich — sowohl am Körper wie auch an den Armen und den Seitenästen — eine Reihe kleiner, weicher Füsschen ohne Saugscheibe (sogenannter Tentakel); unterhalb der Furchen läuft ein Wassergefäss, welches zu den Füsschen

Aeste abgiebt. Ueber die Steinkanäle vergl. S. 136. Die Geschlechtsorgane (ähnlich beim Männchen und beim Weibchen) erstrecken sich als eine lange Röhre durch jeden Arm und geben an jeden Seitenast der Arme einen Ast ab; nur diese Aeste der Geschlechtsorgane entwickeln reife Eier und Samen, während die Hauptstämme steril bleiben; die Eier und der Samen werden durch kleine Oeffnungen der Seitenäste entleert; letztere sind, wenn sie reife Geschlechtsproducte enthalten, stark angeschwollen.

Die Entwicklung ist nur für die im erwachsenen Zustande ungestielten Haarsterne (*Antedon*) bekannt. Der eiförmige Körper der neugeborenen Larve ist mit 4 Wimpergürteln und an dem hinteren Ende mit einem Wimperbüschel versehen. Nachdem dieselbe sich einige Zeit im Wasser frei bewegt hat, setzt sie sich mit dem einen Ende fest, streckt sich in der Länge, ein Theil des Körpers wird verdünnt und bildet sich zum Stiel aus, während am entgegengesetzten Ende die Arme hervorsprossen. Später reisst sich der Körper mit den Armen vom Stiel los, und das Thier ist in seinem übrigen Leben frei beweglich.

Diejenigen Seelilien, welche gestielt sind, leben fast ausschliesslich in grossen Meerestiefen, während die ungestielten Formen sich meistens auf seichterem Wasser in der Nähe der Küste aufhalten. Die Seelilien ernähren sich von mikroskopischen Organismen, welche in den Mund geführt werden durch die Wirkung der Wimperhaare der oben erwähnten Furchen. — In früheren Erdperioden, besonders in der Silur- und Kohlenformation, haben die Seelilien (namentlich gestielte Formen, in den älteren Perioden bis zur Juraformation ausschliesslich gestielte) eine hervorragende Rolle gespielt, weit bedeutender als in der Jetztzeit, in welcher sie ziemlich spärlich vertreten sind; sie traten damals sowohl in grosser Individuenanzahl als auch in zahlreichen Gattungen und Arten auf.

Als Beispiele erwähnen wir die folgenden:

1. *Rhizocrinus lofotensis* ist eine kleine (mit dem Stiel bis 8 cm lange), langgestielte Seelilie mit 5 (seltener 4, 6 oder 7) einfachen Armen; der Stiel ist unten mit verzweigten wurzelähnlichen Ranken versehen, mit welchen er an Gegenständen auf dem Boden festgeheftet ist, während er übrigens rankenlos ist. Das Thier ist zuerst bei den Lofoten in Tiefen von 200—600 Metern gefunden worden, später auch an verschiedenen anderen Stellen in grossen Tiefen.

2. Die Seepalmen (*Pentacrinus*) sind grosse Seelilien mit 10 Armen, welche sich wieder spalten, bei einigen zu wiederholten Malen; der kräftige Stiel ist von oben bis unten mit Kreisen gegliederter Ranken besetzt. In den Meeren der wärmeren Erdgegenden in bedeutender Tiefe.

3. Die Haarsterne (*Antedon* oder *Comatula*) sind ungestielte Seelilien mit 10 oder einer grösseren Anzahl von Armen. In dem gestielten Jugendstadium besitzen sie Ranken nur an der Verbindungsstelle des Stieles und des Körpers; diese Ranken bleiben nach der Ablösung des Thieres vom Stiel am Körper und dienen dem Thiere zum Anklammern an fremden Gegenständen, während es sich mit den Armen schwimmend fortbewegen kann. Im Mittelmeer und im Atlantischen Meer lebt *A. rosacea*.

2. Classe. **Asteroiden** (*Asteroidea*).

Bei dieser Abtheilung ist der Körper immer scheibenförmig (die Hauptaxe verkürzt) und in eine Anzahl Arme (gewöhnlich 5) ausgezogen, indem die Radien stärker als die Interradien entwickelt sind. Die Saugfüsschen sind nur auf der Bauchseite (Mundseite) entwickelt, welche im Gegensatz zu dem Verhältniss der Seelilien bedeutendere Verkalkungen als die Rückenseite enthält. Der Darmkanal ist sehr kurz und hat eine fast radiäre Form. Die Asteroiden zerfallen in zwei ziemlich verschiedene Ordnungen, die Seesterne und die Schlangensterne.

Bei einigen See- und Schlangensternen mit 6 oder mehr Armen hat man eine Fortpflanzung durch Theilung beobachtet: die Scheibe wird querdurch gesprengt, so dass zwei Individuen, jedes aus einer halben Scheibe und der halben Anzahl von Armen bestehend, gebildet werden, welche sich durch Regeneration später vervollständigen. Andere Seesterne theilen sich in der Weise, dass sie die Arme abstossen; aus jedem Arm bildet sich ein neues Individuum, und von der mütterlichen Scheibe sprossen an den Bruchstellen neue Arme hervor. — Während eine solche ungeschlechtliche Vermehrung nur bei einer Minderzahl vorkommt, ist dagegen eine grosse Regenerations-Fähigkeit allgemein, sowohl bei See- als bei Schlangensternen [1]) verbreitet; verloren gegangene Arme werden mit Leichtigkeit wieder ersetzt, sogar wenn mehrere auf einmal verloren gegangen sind, und — namentlich unter Schlangensternen — gehören Individuen, welche in Regeneration begriffen sind, zu den häufigsten Vorkommnissen.

1. Ordnung. **Seesterne** (*Asterida*).

Der abgeplattete Körper besteht aus einer Scheibe und 5 oder mehr von dieser entspringenden Armen, welche am Grunde, wo sie mit einander zusammenstossen, am breitesten sind, während sie nach der Spitze zu schmäler werden. Scheibe und Arme gehen ohne Grenze in einander über. Die Länge der letzteren ist sehr verschieden; während sie bei einigen vielmals länger sind als die Scheibe breit, sind sie bei anderen nur eben angedeutet, so dass das ganze Thier als eine fünfeckige Platte erscheint; zwischen diesen Extremen giebt es alle möglichen Zwischenformen.

Die unbewaffnete Mundöffnung findet sich in der Mitte der Unterseite; sie führt in eine geräumige Darmhöhle von rundlicher Form und mit stark gefalteten Wänden, den sogen. Magen. Von diesem entspringen 10 [2]) lange, mit Nebenästen versehene Blindschläuche, welche sich zu je zweien in die Arme hinein erstrecken (zuweilen entspringen sie auch paarweise mit einander verbunden vom Magen); diese Schläuche sind von drüsiger Natur und ergiessen ihr Sekret in den Magen. Ein Kreis von kürzeren (ebenfalls drüsigen) Blindschläuchen entspringt vom Magen oberhalb der grösseren, näher dem After, einer kleinen Oeffnung,

1) Auch bei den Seelilien.
2) Bei Formen mit 5 Armen; bei einer grösseren Armzahl ist eine entsprechend grössere Anzahl von Schläuchen vorhanden.

welche sich ungefähr in der Mitte der Rückenseite befindet — streng genommen aber nicht am oberen Pol, sondern in einem Interradius. Bei einigen Seesternen fehlt ein After. Die siebartig durchlöcherte Madreporenplatte liegt ebenfalls auf dem Rücken, in einem der Interradien. Längs der Unterseite jedes Armes verläuft eine Rinne, welche sich auch auf der Unterseite der Körperscheibe bis zum Mund fortsetzt; in dieser Rinne sitzen die Saugfüsschen, in der Regel in zwei, seltener in vier Reihen geordnet; sie sind an der Spitze gewöhnlich mit je einer Saugscheibe versehen. An dem äussersten Ende der Rinne sitzt ein unpaares fadenförmiges Gebilde, welches auf seiner Unterseite dicht am Grunde mehrere kleine rothe Augen trägt; da die Spitze der Arme aufwärts gebogen wird, kehren sich die Augen trotz ihrer Stellung auf der Unterseite des Thieres dennoch nach oben. Die Geschlechtsöffnungen finden sich meistens auf der Rückenseite der Scheibe, zwei oder mehrere feine Oeffnungen in jedem Interradius.

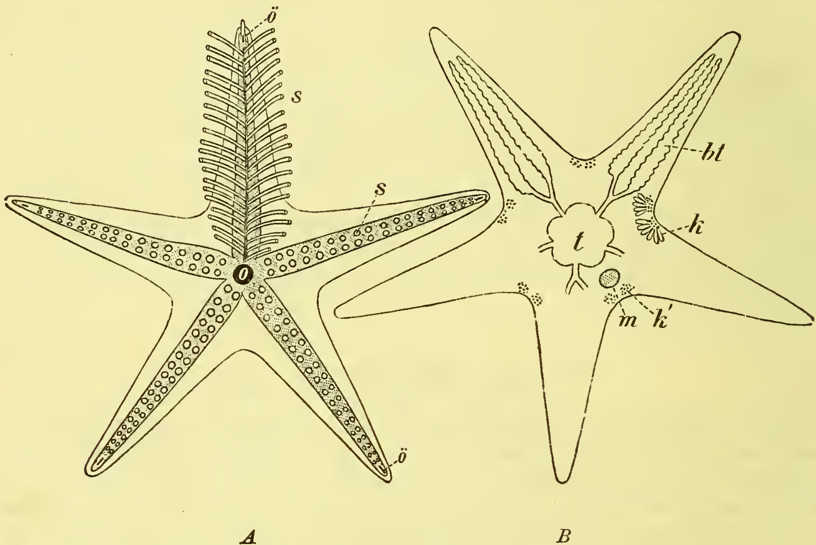


Fig. 87. Schematische Figuren zur Erläuterung des Baues der Seesterne. *A* von unten, *B* von oben gesehen; in *B* sind gewisse innere Organe eingezeichnet. *bt* Blindsäcke des Magens, *k* Geschlechtsorgane, *k'* Geschlechtsöffnungen, *m* Madreporenplatte, *o* Mund, *s* Saugfüsschen, *t* Magen, *ö* Augen. — Orig.

Die Körperwand ist namentlich auf der Unterseite stark verkalkt; hier findet sich oberhalb der oben erwähnten Rinne eine Reihe beweglich verbundener jochförmiger Kalkstücke; jedes derselben besteht übrigens aus einem Paar eng verbundener Verkalkungen. In der Rinne (ausserhalb der Kalkstücke) liegt der radiäre Wasserkanal und der Radiärnerv. Die Oberseite des Körpers ist weniger stark verkalkt; auf dieser finden sich zahlreiche feine dünnwandige Ausstülpungen der Körperwand, welche man als Kiemen ansieht (sie stehen nicht mit dem Wassergefässsystem in Verbindung und enthalten auch keine Blutgefässe); auf der Oberseite, am Rande der Arme und auf der Unterseite bis zum Rande der Rinne finden sich oft zahlreiche, bewegliche oder unbewegliche Stacheln und ungestielte oder kurzgestielte Pedicellarien.

Um grössere Beute, Muscheln, Seeigel etc. zu bewältigen, stülpen die Seesterne ihren Magen aus der Mundöffnung heraus und bedecken damit die Beute; durch Einwirkung der Verdauungssäfte wird diese getödtet, ihre Weichtheile werden aufgelöst und von dem ausgestülpten Magen aufgesogen; kleinere Beute wird ganz in den (nicht ausgestülpten) Magen aufgenommen, die unverdaulichen Theile werden durch den Mund wieder ausgestossen (der After spielt nur eine untergeordnete Rolle).

Die Seesterne bilden eine sehr artenreiche, in allen Meeren vertretene Abtheilung; als Beispiele führen wir folgende an:

1. *Asterias rubens* ist ein fünfarmiger Seestern mit vierzeiligen Saugfüsschen, welche je eine Saugscheibe besitzen. Sehr gemein vom Strande bis in recht ansehnliche Tiefen in den nordeuropäischen Meeren. Den Austernbänken sehr gefährlich; das Thier verursacht auch dadurch bedeutenden Schaden, dass es die in Netzen oder mit der Angel gefangenen Fische auffrisst. Die Exemplare des tieferen Wassers erreichen eine Breite von 50 cm, die des Strandes sind viel kleiner.

2. *Solaster*. Seesterne von ansehnlicher Grösse mit einer grösseren Anzahl, ca. 10, Armen; Saugfüsschen mit Scheibe, in 2 Reihen. In den nordeuropäischen Meeren.

2. Ordnung. **Schlangensterne** (*Ophiurida*).

Die Arme (gewöhnlich 5) sind schmal und lang und stossen am Grunde nicht mit einander zusammen, und der Rand der Körperscheibe zwischen je zwei Armen ist meistens gerade abgeschnitten oder etwas ausgebuchtet; dazu kommt noch, dass die obere Wand der Arme meistens anders aussieht als die der Scheibe (die Kalkplatten verhalten sich verschieden); die Arme erscheinen deshalb bei den Schlangensternen, namentlich wenn man sie von oben betrachtet, deutlich von der Scheibe abgegrenzt. Sie weichen ferner darin von denjenigen der Seesterne ab, dass die Rinne der Unterseite fehlt; die Unterseite ist im Gegentheil eben und gewöhnlich mit Kalkplatten versehen, welche ausserhalb des radiären Wassergefässes liegen, während einwärts von demselben ebensolche wirbelartige Kalkstücke wie bei den Seesternen vorhanden sind; letztere sind hier etwas anders ausgebildet als bei den Seesternen und füllen den grössten Theil des Armes aus. Die Füsschen (welche keine Scheibe besitzen) sitzen in zwei Reihen auf der Unterseite nahe den Rändern jedes Arms und auf der Scheibe bis zum Mund hin. Die Oberseite der Arme ist meistens mit grösseren Kalkplatten versehen, diejenige der Scheibe gewöhnlich weicher, mit kleineren oder grösseren Kalkplatten. Die Beweglichkeit der Arme ist

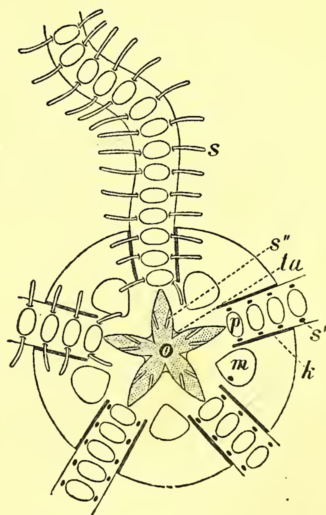


Fig. 88. Schematische Figur zur Erläuterung des Baues der Schlangensterne, von unten gesehen. *k* spaltförmige Oeffnung einer Bursa, *m* Madreporenplatte, *o* Mund, *p* eine der Platten auf der Unterseite der Arme, *s* Saugfüsschen, *s'* Ursprungsstelle eines solchen, *s''* Saugfüsschen an der Mundöffnung, *ta* zahnähnlicher Stachel. — Orig.

grösser als bei den Seesternen; namentlich können sie sich, was bei den Seesternen nur in beschränkterem Maasse der Fall ist, seitlich stark schlängeln. Der kreisrunde Mund liegt in einer sternförmigen Vertiefung, deren vorspringende Ecken, eine in jedem Interradius, mit zahnähnlichen Stacheln versehen sind. Der Magen ist ein weiter Sack, welcher die Körperscheibe grösstentheils ausfüllt; grössere Blindsäcke fehlen, nur kurze Ausbuchtungen (welche sich nicht in die Arme erstrecken) sind vorhanden. Ein After fehlt. In einer Platte (der Madreporenplatte) dicht beim Munde liegt die Oeffnung oder die Oeffnungen des Steinkanals. Auf der Unterseite der Scheibe finden sich an der Basis der Arme zehn enge Spalten, welche in ebenso viele Säcke hineinführen [1]), welche als Athmungsorgane fungiren (*Bursae*). An der Wand derselben sind die Geschlechtsorgane angebracht, Eier und Samen werden in die Säcke entleert und verlassen durch die Spalten den Körper. Augen, Pedicellarien und Kiemen fehlen; dagegen sind besonders längs der Seiten der Arme längere oder kürzere Stacheln vorhanden, welche für die Bewegung des Thieres von Bedeutung sind.

Die Schlangensterne, welche nicht im Stande sind, den Magen hervorzustülpen, ernähren sich von todten Körpern oder von Thieren, welche keinen Widerstand leisten können; ihre Beute benagen sie mit den oben erwähnten Zähnen.

1. Echte Schlangensterne (Gatt. *Ophiura* u. a.), mit 5 (selten einer grösseren Anzahl) ungespaltenen Armen, sind in allen Meeren, auch in denjenigen des nördlichen Europa, in zahlreichen, einander recht ähnlichen Arten vertreten. Einige sind mehr stachelig, andere glatter. Man findet sie öfters mit ihren Armen an fremden Gegenständen angeklammert.

2. Die Medusenköpfe (*Astrophyton*) unterscheiden sich u. A. dadurch von den echten Schlangensternen, dass die 5 Arme, welche gegen die Mundöffnung hin zusammengebogen werden können, reich verzweigt sind. Ihr Hautskelet ist etwas weniger entwickelt als das der echten Schlangensterne, und sie sind im Stande, sich ähnlich wie die Haarsterne schwimmend fortzubewegen. Sie erreichen eine ansehnliche Grösse. Arten dieser Gattung finden sich auch in europäischen Meeren, aber viel weniger häufig als die vorigen.

3. Classe. Seeigel (*Echinoïdea*).

Der Körper nähert sich bei einigen Seeigeln der Kugelform; bei den meisten ist aber die Hauptaxe verkürzt, so dass der Körper niedriger ist als hoch, wenn auch nur selten scheibenförmig; Arme fehlen stets. Der grösste Theil der Körperwand ist mit einem zusammenhängenden Skelet unbeweglich verbundener Kalkplatten versehen. Bei den sogenannten regulären Seeigeln, deren Körper in der Regel ungefähr kreisrund ist (die Queraxen von gleicher Länge), finden sich derartiger Platten 20 Reihen, welche wie Meridiane in der Richtung von einem Ende der Hauptaxe zum anderen gehen. Zehn dieser Plattenreihen tragen feine Poren, jede Platte ein oder mehrere Paare [2]); jedem

1) Bisweilen ist die doppelte Anzahl Spalten vorhanden, indem jede durch eine Querbrücke in zwei getheilt ist; die Anzahl der Säcke bleibt aber dieselbe.

2) Die Porenplatten enthalten ursprünglich nur je ein Porenpaar; in Folge einer Verschmelzung mehrerer Platten findet man aber bei den meisten regulären Seeigeln Platten mit mehreren Porenpaaren.

Porenpaar entspricht ein Saugfüsschen. In jedem Radius liegen zwei Reihen dieser Porenplatten oder Ambulacralplatten, während in jedem Interradius zwei Reihen sogenannter Zwischenplatten oder Interambulacralplatten angebracht sind. Letztere sind

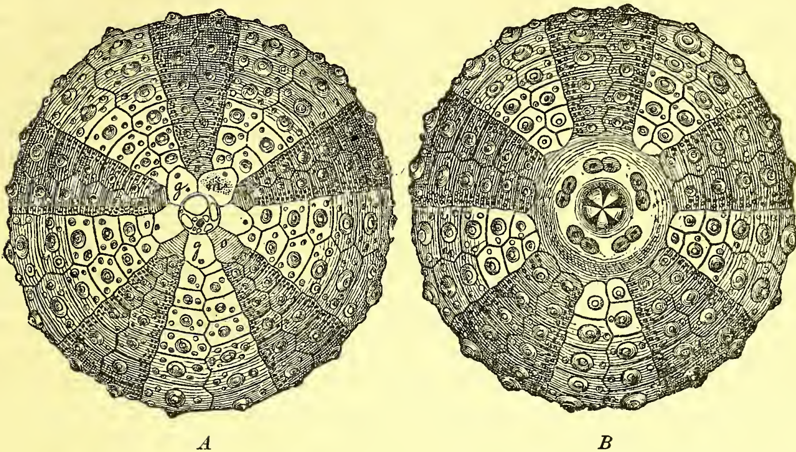


Fig. 89. Schale eines regulären Seeigels, *Toxopneustes droebachiensis* (junges Exemplar, vergr.), von oben (*A*) und von unten (*B*). Die Radien sind dunkel gehalten. *g* Genitalplatte, *m* Madreporenplatte, *o* Augenplatte. In der Mitte von *A* sieht man das Afterfeld mit dem After. — Orig.

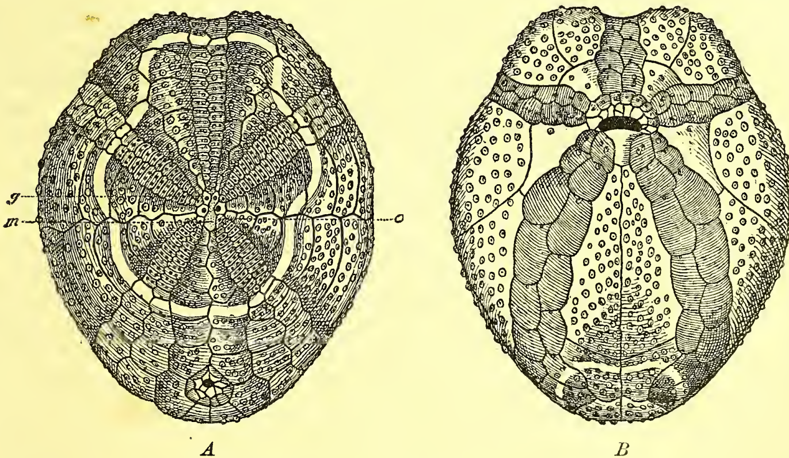


Fig. 90. Schale eines irregulären Seeigels, *Brissopsis lyrifera* (junges Exemplar, vergr.), von oben (*A*) und von unten (*B*). (Die Radien in *A* sind nicht dunkel genug geworden.) Hinten in *A* sieht man das Afterfeld. Die weissen Bänder sind Partien mit sehr kleinen Stacheln. — Orig.

öfters breiter als die Porenplatten und ebenso wie diese mit grösseren oder kleineren, ungefähr halbkugligen Höckern besetzt, welche je eine kleinere, warzenförmige, glatte Erhebung tragen; die grössten Höcker befinden sich auf den stets porenlosen Zwischenplatten. Die oberen

Enden der genannten zwanzig Plattenreihen grenzen an einen Kreis von 10, 5 grösseren und 5 kleineren, Scheitelplatten, welche mit jenen unbeweglich verbunden sind; in jedem Interradius liegt eine der grösseren, in jedem Radius eine der kleineren Platten. Jede der ersteren ist von der Ausmündungsöffnung einer Geschlechtsdrüse durchbohrt, sie werden deshalb als Genitalplatten bezeichnet; eine derselben ist grösser als die übrigen und enthält ausser der Geschlechtsöffnung noch eine Menge ganz feiner Löcher, durch welche das Wasser in den an diese Platte sich anheftenden Steinkanal eintritt: die Madreporenplatte. Die 5 kleineren Platten sind ebenfalls mit je einer Oeffnung versehen, welche kleiner ist als die Geschlechtsöffnung, und durch welche ein Nerv hindurchtritt, der sich in der Haut in der Umgegend der Oeffnung ausbreitet (die betreffende Stelle ist besonders empfindlich). Diese Platten werden als Augenplatten bezeichnet, weil man früher gemeint hat, an jeder derselben wäre ein Auge vorhanden. Die Scheitelplatten umgeben ein kleines weicheres Feld, das Afterfeld, in welchem die Afteröffnung, übrigens meistens nicht genau in der Mitte, sondern etwas excentrisch ihren Platz hat, und welches mit kleineren, beweglich verbundenen Kalkplatten versehen ist. Die unteren Enden der Poren- und Zwischenplattenreihen umgeben ein grösseres Feld, das Mundfeld, welches ebenfalls kein zusammenhängendes Skelet besitzt; in der Mitte dieses weicheren, mehr oder weniger reichlich mit grösseren oder kleineren Kalkplatten versehenen Gebietes findet sich die Mundöffnung.

In der beschriebenen Weise verhalten sich die Platten der Körperwand bei den vorzugsweise regelmässigen Seeigeln. Von diesem Typus können nun andere, weniger regelmässige abgeleitet werden. Eine leichte Abweichung finden wir bei gewissen Seeigeln, welche noch zu den „regulären" gehören; sie besteht darin, dass die Schale, statt kreisrund zu sein, oval ist, während die Verhältnisse übrigens wie oben beschrieben sind (Gatt. *Echinometra*). Bei den sogenannten irregulären Seeigeln sind die Abweichungen grösser; hier ist das ganze Afterfeld mit dem After stets aus dem Kreis der Scheitelplatten heraus in einen der Interradien gerückt und erhält seinen Platz zwischen zwei Reihen von Zwischenplatten in geringerem oder grösserem Abstand vom Scheitel, zuweilen sogar in der Nähe des Mundfeldes; die Scheitelplatten schliessen dann oben zusammen, und der regelmässige Bau der Schale kann übrigens fast vollständig bewahrt, die Form sogar kreisrund bleiben. Derjenige Interradius, in welchem das Afterfeld liegt, wird als der hintere bezeichnet. Grösser ist die Störung der radiären Anordnung, wenn, wie es bei vielen irregulären Seeigeln der Fall ist (Fig. 90 *B*), der Mund nicht mehr im Mittelpunkt der Unterseite liegt, sondern nach vorne rückt; dies hat einen wesentlichen Einfluss auf den ganzen Bauplan, indem der Mund nicht etwa in einen Radius hineinrückt, sondern seinen Platz in dem unteren Pol der Hauptaxe behauptet: für sämmtliche Radien und Interradien ist der Mund noch immer der untere Sammelpunkt. Hieraus müssen sich nothwendigerweise bedeutende Aenderungen ergeben: sowohl die Radien wie die Interradien entwickeln sich wesentlich verschieden (vergl. Fig. 90 *B*). Es mag aber hervorgehoben werden, dass wir noch immer dieselben 20 Plattenreihen wie bei den regulären vorfinden; und auch die Augen- und Genitalplatten bewahren wesentlich die ursprünglichen Verhältnisse, abgesehen davon, dass meistens nur vier (oder gar eine geringere An-

zahl) Genitalplatten vorhanden sind. — Zu den schon erwähnten Abweichungen kommt bei manchen irregulären Seeigeln noch (vergl. Fig. 90), dass die Porenplatten an der Oberseite der Schale anders als an der Unterseite entwickelt sind (Verschiedenheiten der zugehörigen Saugfüsschen entsprechend, vergl. unten); manchmal sind auch die Porenplatten des vorderen Radius von den übrigen abweichend.

Den kleinen glatten Warzen der oben erwähnten Höcker, welche in grosser Zahl die Schalenoberfläche bedecken, sind bewegliche Kalkstacheln eingelenkt, welche durch Muskelfasern an der Schale angeheftet sind. Die Stacheln erreichen bei den regulären Seeigeln meistens eine ansehnliche Entwicklung, bei einigen derselben werden sie sogar ungemein lang und dick und dienen dann als wichtige Bewegungswerkzeuge neben den Saugfüsschen; bei den irregulären bleiben sie dagegen kleiner und dünner, sind sogar oft borstenförmig. Uebrigens sind keineswegs alle Stacheln bei demselben Seeigel von gleicher Grösse; bei den mit grossen Stacheln versehenen sind auch kleinere, ja sogar ganz kleine vorhanden. Die Stacheln sind gerade, im Querschnitt rundlich; es können aber auch gebogene und abgeplattete Formen vorkommen. Ebenso wie die Schale aus Verkalkungen in der Körperwand besteht, sind diese Stacheln Verkalkungen in Anhängen der Körperwand und ebenso wie die Schale mit einem weichen Ueberzug bekleidet, welcher jedoch an der Spitze derselben oft abgenutzt wird[1]). — Der Schale sind auch (vergl. S. 134) gestielte oder ungestielte Pedicellarien eingelenkt.

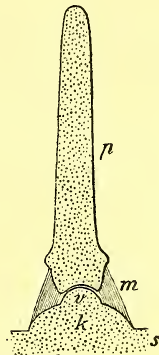


Fig. 91. Längsschnitt des Stachels eines Seeigels, schematisirt. *s* Schale, *k* Höcker, *v* warzenförmige Erhebung desselben, *p* Stachel, *m* Muskel. — Orig.

Die Saugfüsschen sind bei den regulären Seeigeln meistens an demselben Thiere sämmtlich gleichgebildet, am Ende mit einer Saugscheibe versehen, welche von einer durchlöcherten Kalkplatte gestützt ist; seltener sind die Saugfüsschen der Rückenseite etwas von den übrigen abweichend, zugespitzt und zusammengedrückt. Bei manchen irregulären Seeigeln treten die Füsschen dagegen in mehreren verschiedenen Formen auf: 1) als wirkliche, mit einer Scheibe versehene Saugfüsschen; 2) ähnlich, aber am Ende abgerundet; 3) als Fühler, pinselförmig, mit zahlreichen Fäden am Ende (in der Nähe des Mundes); 4) als Kiemenfüsschen, d. h. blattförmige, am Rande eingeschnittene Anhänge (auf der Rückenseite).

Der Mund ist bei den regulären und bei einigen irregulären Seeigeln mit einem Kreise von 5 sehr kräftigen Kalkzähnen bewaffnet, welche von einem ziemlich complicirten Gerüst von Kalkstücken, der sogenannten Laterne des Aristoteles, gestützt werden. Die Mehrzahl der irregulären ist dagegen vollständig zahnlos. — Der Darmkanal ist ein langes, cylindrisches, stark gewundenes Rohr, welches das Schaleninnere zum grossen Theil ausfüllt. Ueber die Lage des Afters ist oben gesprochen worden.

Bei den regulären Seeigeln ist die Laterne wieder von einem mit 5 aufwärts gerichteten Fortsätzen versehenen Kalkring umgeben und ge-

1) An sehr grossen Stacheln ist der weiche Ueberzug zuweilen nur an der Basis vorhanden.

stützt, welcher mit dem unteren Rand der Schale zusammenhängt; bei diesen Thieren füllt der Kauapparat einen ansehnlichen Theil des ganzen Hohlraumes der Schale aus. — Ein sehr eigenartiges Gebilde ist der sogenannte Nebendarm, welcher bei den meisten Seeigeln vorhanden ist. Derselbe ist ein feiner Kanal, welcher an einem Theile des Darmkanals entlang läuft und an beiden Enden in diesen einmündet. Bei einigen Formen fehlt dieser Kanal, und statt dessen ist der Darm an seiner Innenseite mit einer Längsrinne versehen. Durch Abschnürung einer solchen Rinne können wir uns den Nebendarm entstanden denken.

Das Mundfeld trägt bei den meisten regulären Seeigeln dicht am Rande der festen Schale 10 Kiemen, verzweigte, buschige Ausstülpungen der Körperwand. Bei den übrigen fehlen solche.

An der Unterseite der Schale in der Nähe des Mundfeldes sind auf den Porenplatten der meisten Seeigel einige ungefähr kuglige, kurzgestielte Körperchen eingelenkt, welche ein Kalkskelet von glasartig glänzendem Aussehen enthalten. Diese sogenannten Sphäridien sind wahrscheinlich Sinnesorgane, vielleicht Geschmacks- oder Geruchswerkzeuge.

Die Seeigel leben in zahlreichen Gattungen und Arten in allen Meeren. Auch in früheren Erdperioden waren sie reichlich vertreten.

1. Ordnung. **Reguläre Seeigel** (*Echinoïdea regularia*).

Afterfeld am oberen Pol. Körper in der Regel ungefähr kreisrund. Stacheln kräftig. Zähne vorhanden. Kiemen meistens entwickelt.

Die regulären Seeigel ernähren sich theils in der Weise, dass sie vermittels ihrer Saugfüsschen andere Thiere, z. B. grössere Krebsthiere, einfangen, theils werden Bryozoën- und Hydroïdenstöcke u. Aehnl. mitsammt dem auf denselben vorhandenen kleineren Thierleben, ferner auch Algenbüschel von ihnen abgeweidet. Einige nagen mit den Zähnen kleine Höhlungen in Felsen und nehmen in denselben ihren Aufenthalt.

Als Beispiele nennen wir: *Cidaris* mit langen kräftigen Stacheln, kiemenlos; *Echinus* mit kleineren Stacheln (mit ihm ist der in Fig. 89 abgebildete *Toxopneustes* nahe verwandt); *Echinometra* mit ovaler Schale. — Von den übrigen Seeigeln weicht die Gatt. *Asthenosoma* dadurch ab, dass die Skeletplatten, welche einander mit den Rändern schuppenartig decken, beweglich verbunden sind.

2. Ordnung. **Irreguläre Seeigel** (*Echinoïdea irregularia*).

Afterfeld in einen Interradius gerückt. Körper kreisrund oder (häufiger) oval. Stacheln klein, öfters borstenartig. Meistens zahnlos. Kiemen fehlen.

1. Die Schildigel oder Clypeastriden (Gatt. *Clypeaster* u. a.) weichen durch das Vorhandensein von Zähnen von den übrigen Irregulären ab. Schale dickwandig; Mund unten in der Mitte. Fast nur in aussereuropäischen Meeren.

2. Die Herzigel oder Spatangiden (Gatt. *Spatangus* u. a.) sind zahnlos, Schale meistens dünn, Mund nach vorn gerückt. Ernähren sich durch Aufnahme des Bodenmaterials in ihren Darmkanal. Mehrere Arten in der Nordsee, darunter die in Fig. 90 abgebildete *Brissopsis lyrifera.*

4. Classe. Seewalzen (*Holothurioïdea*).

Die Hauptaxe ist bei den Seewalzen immer länger als die Seitenaxen, meistens sogar mehrmals so lang wie diese, so dass der Körper gurken-, wurst- oder wurmförmig wird. Hiermit hängt es auch zusammen, dass die Seewalzen nicht wie die übrigen auf einem Ende der Hauptaxe, sondern auf der einen Seite des Körpers ruhen; öfters

Fig. 92.

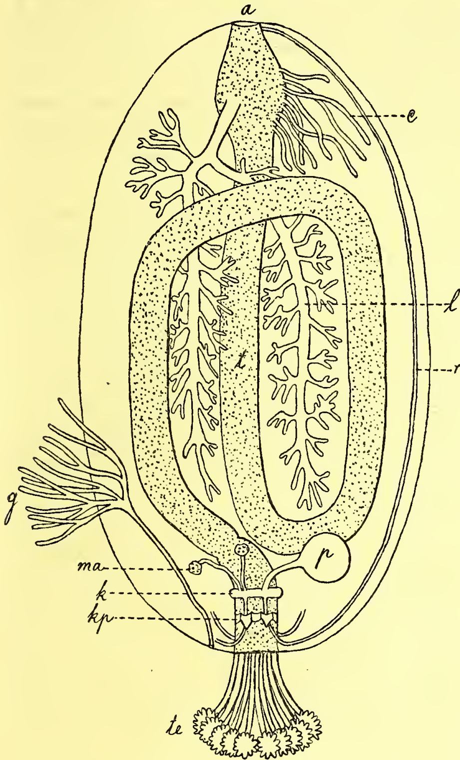


Fig. 93.

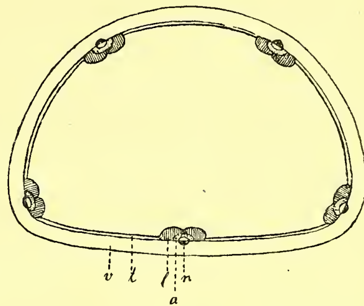


Fig. 94.

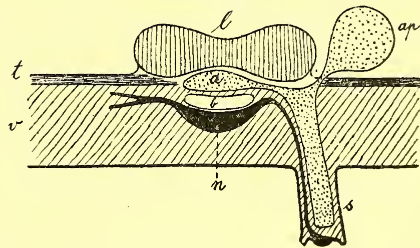


Fig. 92. Schema einer Seewalze; die Körperwand ist aufgeschnitten und ausgebreitet. *a* After, *c* Cuvier'sche Organe, *g* Geschlechtsorgan, *k* Ringkanal des Wassergefässsystems, *kp* Kalkring, *l* Wasserlunge, *ma* Madreporenplatte, *p* Poli'sche Blase, *r* radiäres Wassergefäss, *t* Darm, *te* Fangarme. — Nach Ludwig, geändert.

Fig. 93. Querschnitt der Körperwand einer Seewalze, schematisch. *a* radiäres Wassergefäss, *l* Längsmuskel, *n* Radiärnerv (der weisse Fleck oberhalb *n* ist das radiäre Blutgefäss), *t* Quermuskelschicht, *v* Körperwand. — Nach Ludwig.

Fig. 94. Querschnitt durch einen Radius der Körperwand einer Seewalze. *ap* Ampulle, *b* radiäres Blutgefäss, *s* Saugfuss; übrige Buchstaben wie in der vorigen Figur. — Nach Ludwig.

ist in Folge dessen eine Seite besonders entwickelt oder sogar abgeplattet (Fig. 93), wodurch der strahlige Typus äusserlich mehr oder weniger gestört wird; die abwärts gekehrte Seite wird als Bauchseite, die andere als Rückenseite bezeichnet.

Ein anderes für die Seewalzen sehr charakteristisches Verhältniss

ist die Weichheit der Körperwand; diese ist zwar ebenso wie bei anderen Stachelhäutern mit Verkalkungen ausgestattet, dieselben erreichen aber meistens nicht einen solchen Umfang, dass man von einem Hautskelet reden könnte. Die Verkalkungen der Haut erscheinen meistens als sehr kleine, oft sogar mikroskopische Körperchen von verschiedener, oft zierlicher Form, anker- oder radförmig etc.; in einigen Fällen sind sie grösser, schuppenförmig, hervorragend. Den vordersten Theil des Darmkanals umgiebt jedoch eine Anzahl (gewöhnlich 10) grösserer Kalkplatten, die einen Kalkring bilden, welcher verschiedenen Muskeln zum Ursprung dient.

Die Saugfüsschen sitzen bei einigen Seewalzen in 5 radialen Längsstreifen (Fig. 75, 4), also in ähnlicher Weise wie bei den Seeigeln; bei anderen sind sie mehr unregelmässig über den ganzen Körper zerstreut. Bei einigen verhalten sich die Saugfüsschen der Rückenseite von denjenigen der Bauchseite darin abweichend, dass ihnen eine Saugscheibe fehlt, während letztere einen solchen besitzen; bei einigen fehlen die Saugfüsschen der Rückenseite. Gewisse Seewalzen entbehren sogar völlig der Saugfüsschen.

Der Mund ist von einem Kreis von Fühlern oder Tentakeln (10—30) umgeben, welche in der Regel verästelt sind (gefiedert, baumförmig etc.). Die Fühler sind hohl und stehen in derselben Weise wie die Saugfüsschen mit dem Wassergefässsystem in Verbindung; in jeden Fühler tritt ein grosser Kanal, welcher von einem Radialkanal (selten direct vom Ringkanal) entspringt und häufig mit einer Ampulle versehen ist. Wahrscheinlich sind die Fühler als stark ausgebildete Saugfüsschen aufzufassen. — Bei den meisten Seewalzen verbindet sich der Steinkanal (resp. die Steinkanäle, es sind öfters mehrere vorhanden) nicht mit der Leibeswand, sondern öffnet sich mittels einer durchlöcherten Madreporenplatte in die Leibeshöhle.

Der Darmkanal ist ein cylindrischer Schlauch, welcher meistens länger ist als die Hauptaxe und eine grosse Schlinge bildet. Der Mund und der After befinden sich an entgegengesetzten Enden des Körpers. — In den Enddarm der meisten Seewalzen münden — mit einem gemeinsamen kurzen Stamm oder getrennt — zwei sogenannte Wasserlungen, grosse, baumförmig verästelte Hohlorgane, von denen durch den Enddarm Wasser aufgenommen und wieder ausgestossen wird; sie dienen der Athmung. Am Enddarm hängen bei einigen Seewalzen noch die sogenannten Cuvier'schen Organe, schlauchförmige oder traubige, drüsenartige Gebilde von unbekannter Function. — Die Geschlechtsorgane sind nur in einem Interradius entwickelt; die Geschlechtsöffnung befindet sich vorn auf der Rückenseite, meistens dicht beim Fühlerkranze. Die meisten Seewalzen sind getrennten Geschlechts, einzelne Hermaphroditen.

Bei einigen Formen (*Synapta* u. Verw.) finden sich in der Leibeshöhle, besonders an den Darmgekrösen, kleine gestielte, pantoffelförmige Körper, deren Höhlung mit langen Wimpern ausgekleidet ist. Die Bedeutung dieser Wimperorgane ist unbekannt.

Viele Seewalzen ernähren sich ebenso wie die Herzigel durch Aufnahme von Sand und Schlamm mit den darin enthaltenen organischen Theilchen in den Darmkanal; andere sitzen mit ruhig ausgestreckten Fangarmen und stecken von Zeit zu Zeit die Arme einen nach dem anderen in den Mund hinein, um die auf ihrer Oberfläche gestrandeten kleinen Organismen abzulecken. Mittels der Saugfüsschen kriechen sie

langsam umher; manche graben sich in den Boden ein. Sie sind in allen Meeren vertreten.

Manche Seewalzen besitzen die Eigenthümlichkeit, dass sie bei starken Reizen (unsanfter Berührung und Aehnl.) die Leibeswand gewaltsam zusammenziehen und dadurch einen grossen Theil des Darmkanals nebst anderen Eingeweiden aus dem After ausstossen. Die verloren gegangenen Organe werden durch Regeneration ersetzt. — Andere Formen (*Synapta*) schnüren sich, wenn sie gereizt werden, quer ein und zerfallen in mehrere Stücke.

Als Beispiele können angeführt werden: *Cucumaria*, Füsschen in 5 Doppelreihen vom Mund bis zum After, baumförmig verästelte Fangarme; *Holothuria* mit zerstreuten Saugfüsschen, welche auf dem Rücken conisch, auf der Bauchseite cylindrisch sind, Fangarme schildförmig; *Psolus*, auf der Bauchseite mit einer abgeplatteten Partie, auf welche die Saugfüsschen beschränkt sind, auf dem Rücken mit Kalkschuppen; *Synapta*, fusslos, wurmförmig, mit kleinen Fangarmen, mikroskopische Kalkanker in der durchsichtigen Haut. Die genannten Gattungen sind sämmtlich in europäischen Meeren vertreten. — Aus der Tiefsee ist in der neuesten Zeit eine ganze Anzahl eigenthümlicher Seewalzen mit abgeplattetem Bauch, langen Körperfortsätzen etc. (*Elpidia* u. a.) bekannt geworden.

---

3. Kreis. **Plattwürmer** (*Plathelminthes*).

Die Plattwürmer sind bilateral-symmetrische, ungegliederte, meistens stark abgeplattete Thiere. Der Körper ist weich, Gliedmaassen fehlen; dagegen finden sich häufig musculöse Saugnäpfe an der Unterseite des Körpers. Eine Leibeshöhle fehlt, alle Organe sind in eine weiche Bindegewebsmasse eingebettet; auch ein After und Gefässsystem fehlen meistens (die Nemertinen ausgenommen). Der Darmkanal ist entweder ein einfacher Sack oder er ist mehr oder weniger verästelt; er fehlt bei vielen schmarotzenden und bei einigen freilebenden Formen. Der Centraltheil des Nervensystems ist durch einen doppelten, am vorderen Körperende liegenden Nervenknoten, das Gehirn, vertreten, von welchem nach den verschiedenen Theilen des Körpers Nervenstämme ausgehen; nach hinten verlaufen vom Gehirn aus mehrere Längsstämme, welche oft durch feine Querstämme (Commissuren) verbunden sind. Zuweilen finden sich Augen, seltener Gehörwerkzeuge, von einfachem Baue und geringer Grösse, am vorderen Körperende. Der Excretionsapparat ist in Form eines reich verzweigten Systems dünnwandiger Röhren vorhanden, welches sich meistens am hinteren Theil des Körpers mit einer einfachen oder doppelten Mündung öffnet (seltener sind mehrere Oeffnungen vorhanden); vor seiner Oeffnung be-

Fig. 95.

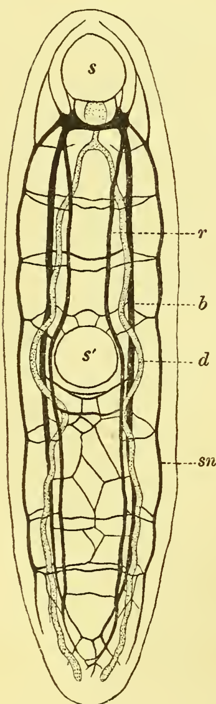


Fig. 96.



Fig. 95. Nervensystem eines *Distomum* (von der Rückenseite gesehen; die bauchständigen Saugnäpfe schimmern durch). *r* Rückennerv, *sn* Seitennerv, *b* Bauchnerv, *d* Darm, *s* vorderer, *s'* hinterer Saugnapf. — Nach Gaffron.

Fig. 96. Stückchen des Excretionorgans eines Plattwurmes; schematisirt. — Orig.

sitzt der Hauptstamm zuweilen eine contractile Erweiterung (Harnreservoir). Besonders charakteristisch verhalten sich die feinsten Endäste des Röhrensystems; sie enden mit je einer kleinen becherförmigen Anschwellung, welche durch eine grosse Zelle geschlossen ist, die an ihrer dem Lumen der Röhre zugekehrten Seite eine sehr kräftige, in die Röhre hineinragende Wimpergeissel trägt. Aehnliche Geisselzellen können auch an anderen Stellen der Wand der Röhren vorhanden sein. — Die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane (Fig. 99) sind meistens in demselben Individuum vereinigt und besitzen in der Regel einen sehr complicirten Bau, indem die Hoden und Eierstöcke sehr oft in grösserer Anzahl vorhanden sind und noch ausserdem verschiedene Anhangsorgane sich jedem System von Geschlechtsorganen anschliessen, ebenso wie auch häufig ein Uterus vorhanden ist etc. Die Geschlechtsöffnungen befinden sich meistens auf der Unterseite. Gewöhnlich ist ein Begattungsorgan vorhanden.

Von den Anhangsorganen der Geschlechtswerkzeuge sind besonders hervorzuheben die häufig vorhandenen Dotterstöcke, in denen die sogen. Dotterzellen gebildet werden, welche mit der Eizelle zusammen in die Eischale eingeschlossen werden, um später dem Embryo als Nährmaterial zu dienen. Von anderen Anhangsorganen nennen wir die allgemein vorhandenen Schalendrüsen, deren Secret in erhärtetem Zustande die feste Schale bildet, welche das Ei vieler Plattwürmer umgiebt.

A. Ohne After und Gefässsystem. Hermaphroditen mit complicirtem Geschlechtsapparat.
   1. Strudelwürmer. In der Regel freilebend, Oberfläche mit Wimperhaaren. Darmkanal (meistens) vorhanden.
   2. Saugwürmer. Schmarotzer, ohne Wimperhaare. Darmkanal vorhanden.
   3. Bandwürmer. Schmarotzer, ohne Wimperhaare. Darmkanal stets fehlend. Bilden in der Regel kettenförmige Colonien.

B. Mit After und Gefässsystem. Getrennten Geschlechts; Geschlechtsorgane einfach.
   4. Nemertinen.

1. Classe. Strudelwürmer (*Turbellaria*).

Die Strudelwürmer sind Thiere von verschiedener, meistens jedoch geringer Grösse, deren Körper überall mit Wimperhaaren bekleidet ist, welche für die Bewegung des Thieres (sowie für die Athmung)

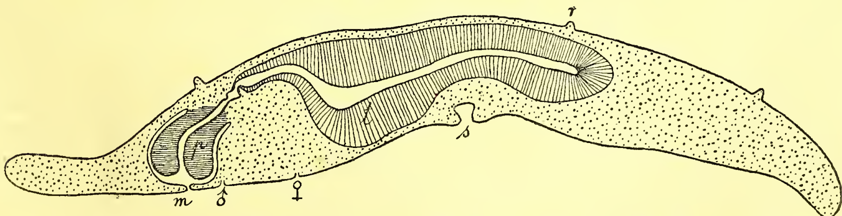


Fig. 97. Längsschnitt eines Strudelwurmes (*Cycloporus papillosus*), um das Verhalten des Schlundes zu zeigen; von den durch den Schnitt getroffenen Organen ist nur der Darm eingezeichnet. *m* Mundöffnung, *p* vorstreckbarer Schlund, *r* Rückenpapille, *s* Saugnapf, *t* Darm; ♂ männliche, ♀ weibliche Geschlechtsöffnung. Vergr. — Nach Lang, geändert.

wichtig sind; viele sind lebhaft, manche prachtvoll gefärbt. Bisweilen findet man ähnliche Nesselzellen in der Haut wie bei den Cölenteraten. Sie sind mit Augen von verschiedener Zahl, zuweilen auch mit Gehörblasen versehen; häufig findet sich auch ein Paar kurzer Tentakel am Vorderende, während der Körper übrigens gewöhnlich glatt erscheint, nicht selten ist jedoch ein kleiner Saugnapf an der Unterseite vorhanden. Die Mundöffnung liegt auf der Unterseite, bald in der Nähe des vorderen Endes, bald in der Mitte, bald näher oder gar dicht am hinteren Ende; sie führt in eine Mundhöhle hinein, welche oft mit einem eigenthümlichen, vorstreckbaren musculösen Schlund (Pharynx) ausgestattet ist; dieser Schlund ist ein an beiden Enden offener, kürzerer oder längerer Schlauch, welcher mit dem einen Ende hinten in der Mundhöhle festgeheftet ist, während das andere Ende aus der Mundöffnung hervorgeschoben werden kann, um die Beute zu ergreifen; er ist als eine grosse musculöse Ringfalte der Mundhöhle aufzufassen. In anderen Fällen ist der als Schlund bezeichnete Theil eine einfache musculöse ringförmige Verdickung der Mundhöhlenwand und kann nicht hervorgeschoben werden; in wenigen Fällen fehlt er sogar völlig. An die Mundhöhle schliesst sich der eigentliche Darm, welcher bei einigen ein einfacher Sack (Rhabdocölen) ist, während er bei anderen Aeste aussendet (Dendrocölen), welche sich im Körper ähnlich wie die Rippen eines Blattes verästeln. Bei gewissen Strudelwürmern (Acölen) fehlt der Darmkanal, während jedoch eine Mundöffnung noch vorhanden ist; die Nahrung wird in die weiche Grundmasse des Körpers aufgenommen und verdaut. Der hermaphroditische Geschlechtsapparat mündet auf der Unterseite entweder mit einer einzigen Oeffnung oder mit einer für den männlichen und einer anderen für den weiblichen Geschlechtsapparat. — Bei einzelnen Formen findet eine Fortpflanzung durch Quertheilung statt. — Von den Meeres-Turbellarien durchlaufen einige eine Metamorphose; die

Fig. 98.

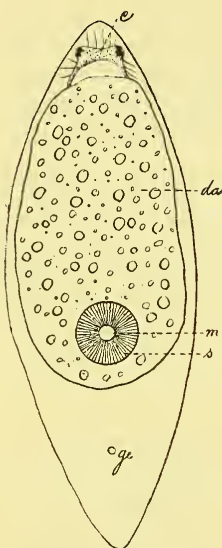


Fig. 99.

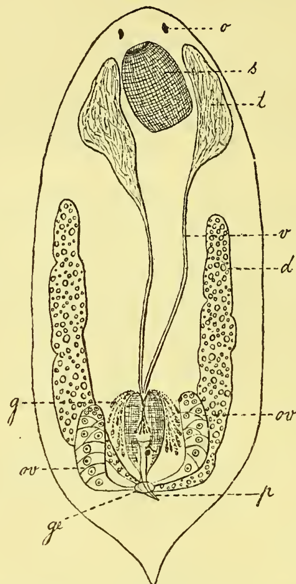


Fig. 98. Umriss eines rhabdocölen Strudelwurmes (*Mesostomum splendidum*) mit eingezeichnetem Darm und Gehirn. *c* Gehirn, *da* Darm, *ge* Geschlechtsöffnung, *m* Mundöffnung, *s* Schlund. Vergr. — Nach v. Graff.

Fig 99. Umriss eines rhabdocölen Strudelwurmes (*Provortex affinis*) mit den Geschlechtsorganen. *d* Dotterstock, *g* Drüsen, mit dem männlichen Apparate verbunden, *ge* Geschlechtsöffnung, *o* Auge, *ov* Eierstock, *p* Penis, *s* Schlund (Darm fortgelassen), *t* Hoden, *v* Samenleiter. Vergr. — Nach v. Graff.

Larven schwimmen frei umher und sind mit Fortsätzen ausgestattet, welche bei den erwachsenen Thieren fehlen.

Die Strudelwürmer leben im Süsswasser und namentlich im Meere, einzelne auf dem Lande an feuchten Stellen. Vermittels der Schwingungen der Wimperhaare und durch kleine Bewegungen der Körpermusculatur gleiten sie im Wasser und über darin befindliche fremde Gegenstände fort. Ihre Nahrung besteht aus anderen Thierchen, z. B. kleinen Krebsen, welche durch den Schlund ergriffen und ausgesogen werden.

Fig. 100.

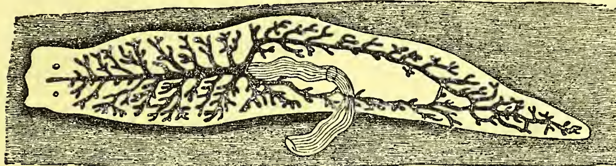


Fig. 101.

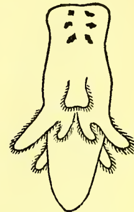


Fig. 100. *Planaria lactea*, ein Süsswasser-Strudelwurm, Schlund ausgestülpt, vergr. — Nach O. Schmidt.

Fig. 101. Larve einer Meeres-Turbellarie, vergr. — Nach Lang.

In Deutschland lebt auf dem Lande die seltene *Geoplana terrestris*, welche bei der geringsten Berührung zerfliesst. — Im Süsswasser kommen verschiedene Formen häufig vor, unter denen die bis zu ein paar Centimeter langen Arten der Gattung *Planaria* (mit verzweigtem Darmkanal, Fig. 100) die bekanntesten sind. — Zahlreiche Arten in allen Meeren.

2. Classe. **Saugwürmer** (*Trematoda*).

Die Saugwürmer, welche immer als Schmarotzer leben, sind mit den Turbellarien nahe verwandt. Sie unterscheiden sich von diesen dadurch, dass sie höchstens im Larvenzustande Wimperhaare an der Oberfläche besitzen, während ihnen später solche fehlen; sie sind meistens blass oder unansehnlich gefärbt. Der Körper, welcher eine etwas festere Beschaffenheit als derjenige der Strudelwürmer besitzt, ist mit einer deutlichen Cuticula versehen, welche zuweilen kleine Dornen trägt, und mit einer verschiedenen Anzahl kräftiger Saugnäpfe, zuweilen auch mit chitinigen Haken ausgestattet; diese Haftwerkzeuge sind besonders bei denjenigen Formen stark entwickelt, welche als Schmarotzer auswendig an anderen Thieren leben. Augen fehlen bei den Binnenschmarotzern meistens, während sie bei den Aussenschmarotzern öfters vorhanden sind. Die Mundöffnung, welche sich häufig im Grunde eines Saugnapfes befindet, liegt meistens am Vorderende des Thieres; sie führt in einen mit musculöser Wand versehenen Schlund hinein, welcher als Pumpapparat wirkt. Der Schlund setzt sich in den eigentlichen Darm fort, der selten ein einfacher Sack [1]), in der Regel gabelförmig in zwei symmetrische Aeste ge-

1) Bei vielen „Ammen" ist der Darm jedoch einfach sackförmig, bei anderen fehlt er sogar völlig (vergl. das unten von Distomum hepaticum Mitgetheilte).

theilt ist, welche bei einigen (Fig. 102) wiederum feinere Aeste aussenden, während sie bei anderen (Fig. 95) unverzweigt bleiben. Die Geschlechtsöffnungen finden sich gewöhnlich dicht beisammen an der Bauchseite, weit nach vorn. Die Saugwürmer sind durchweg hermaphroditisch, bei einigen (vergl. unten) kommen aber weibliche, parthenogenetische Generationen vor.



Fig. 102. Umriss und Darmkanal des Leberegels, ca. $\frac{2}{1}$. s_1 vorderer, s_2 hinterer Saugnapf, *ta* Darm. — Nach Thomas.

Die ektoparasitischen Saugwürmer durchlaufen einen bewimperten Larvenzustand, während dessen sie frei im Wasser umherschwärmen. Viel complicirter gestaltet sich die Fortpflanzung der meisten endoparasitischen, bei denen verschiedene mit einander abwechselnde Generationen, nämlich je eine hermaphroditische und eine oder mehrere parthenogenetische Generationen auftreten, somit eine Heterogonie stattfindet. Aus dem befruchteten Ei der hermaphroditischen Generation schlüpft eine bewimperte Larve aus, welche in ein niederes Thier, meistens eine Schnecke, einwandert und sich dort in ein sehr unvollkommenes weibliches Thier („Amme") verwandelt, in dessen Körper sich Eier entwickeln; ein Darm fehlt demselben oder ist als einfacher Sack vorhanden. Die von dieser Generation erzeugten Eier entwickeln sich ohne Befruchtung und schon im mütterlichen Körper, und die so gebildeten Individuen werden bei einigen, nachdem sie in einen anderen Wirth (ein Wirbelthier) übergeführt sind, zu der hermaphroditischen Generation, während sie bei anderen zu einer zweiten weiblichen (parthenogenetischen) Generation werden, welche dann erst die hermaphroditische Generation erzeugt. Die hermaphroditische Generation ist durchweg den anderen an Ausbildung der Organe und an Grösse weit überlegen, und bei den meisten ist jene allein bekannt.

1. Ordnung. **Monogene Saugwürmer** (*Polystomeae*).

Fast immer Ektoparasiten, in der Regel mit mehr als 2 Saugnäpfen, oft auch mit Haken; ohne Heterogonie. Die meisten sind Schmarotzer an Fischen (Haut und Kiemen).

1. Die Gattung *Tristomum* umschliesst grosse (bis zu ungefähr 2 cm lange), breite, mit einem sehr grossen Saugnapf am Hinterende und zwei kleinen Saugnäpfen am Vorderende ausgestattete Arten, welche an verschiedenen Meeresfischen schmarotzen.

2. *Polystomum integerrimum* (Fig. 105) lebt in der Harnblase des Frosches; am vorderen Ende 4 Augen, am hinteren Ende 6 grosse Saugnäpfe und mehrere Haken von verschiedener Grösse. Im Frühjahr werden die Eier abgelegt, welche durch den After des Wirthes nach aussen gelangen und sich im Wasser im Laufe einiger Wochen entwickeln. Die Larven sind mit Wimpergürteln, Augen und mit einem Kreis von 16 Haken auf einer Scheibe am Hinterende versehen; die Saugnäpfe der Erwachsenen fehlen noch. Die Larven wandern in die Kiemenhöhle der Froschlarven hinein, wo sie die Wimperhaare verlieren und ein oder zwei Paare von Saugnäpfen ausbilden; sie bleiben hier, bis die Kiemen des

Wirthes zu schrumpfen anfangen, und wandern dann (wahrscheinlich durch den Darmkanal des Frosches) in die Harnblase hinein, wo sie sich weiter entwickeln.

3. *Diplozoon paradoxum*, das „Doppelthier", lebt an den Kiemen verschiedener Süsswasserfische. Die Larve ist mit Wimperhaaren versehen, welche verloren gehen, nachdem jene sich an den Kiemen festgeheftet hat. Der junge Schmarotzer ist ein langgestrecktes Thier mit zwei Saugnäpfen am Vorderende und mehreren am Hinterende; ausserdem besitzt

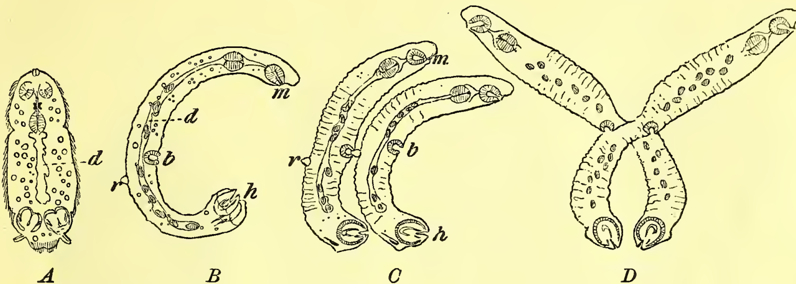


Fig. 103. *Diplozoon paradoxum*. *A* freischwimmende Larve. *B* Einzelindividuum. *C* zwei Individuen, welche angefangen haben, sich mit einander zu verbinden; das linke hat mit seinem Bauchsaugnapf den Rückenzapfen des anderen ergriffen. *D* dieselben nach erfolgter Vereinigung; jedes hat den Rückenzapfen des anderen erfasst. *b* Bauchsaugnapf, *d* Darm, *h* Haftapparat am Hinterende, *m* Mundöffnung, *r* Rückenzapfen. — Nach Zeller.

er an der Bauchseite etwas hinter der Mitte einen Saugnapf und an der Rückenseite ungefähr gegenüber dem letzteren einen kegelförmigen Zapfen. Nach einiger Zeit verbinden sich die jungen Thiere paarweise mit einander, in der Weise, dass ein Individuum mit seinem Bauchsaugnapf den Rückenzapfen eines anderen ergreift und letzteres sich dann umdreht und mit seinem Saugnapf den Rückenzapfen des ersteren ergreift, so dass die Thiere kreuzweise mit einander verbunden sind; in dieser Stellung verwachsen beide und bleiben lebenslänglich vereinigt; nach der Verwachsung wächst das Doppelthier noch bedeutend.

2. Ordnung. **Digene Saugwürmer** (*Distomeae*).

Endoparasiten, mit 1 oder 2 Saugnäpfen (oder ganz ohne solche); mit Heterogonie. Die hermaphroditische Generation in Wirbelthieren, die jungfräulichen in niederen Thieren.

1. *Distomum hepaticum*, der Leberegel. Die hermaphroditische Generation findet sich häufig in den Gallengängen der Leber, namentlich beim Schafe und beim Rind (seltener in anderen Säugethieren); 3 cm lang. Ausser dem Saugnapf am Vorderende, in dessen Grunde die Mundöffnung liegt, findet sich in einigem Abstand am Vorderende ein kleiner Bauchsaugnapf. Das Thier ernährt sich durch Blutsaugen. Die mikroskopischen Eier gelangen mit der Galle in den Darm des Wirthes und von letzterem ins Freie hinaus. Fallen sie ins Wasser oder an eine feuchte Stelle, so entwickelt sich aus jedem eine mit zwei Augen und mit Wimperhaaren ausgestattete Larve, welche am vorderen Ende einen kleinen Zapfen besitzt, vermittels dessen sie sich durch die Haut einer bestimmten Art von Süsswasserschnecken (*Limnaeus truncatulus*) einbohrt; ist diese kleine Schnecke an der betreffenden Stelle nicht vor-

handen, so geht die Larve zu Grunde. In die Schnecke eingedrungen, wirft sie das Wimperkleid ab, und in dem kleinen darmlosen Thiere (erste „Ammen“-Generation) bildet sich eine Anzahl von Eiern, während das Thier gleichzeitig wächst. Die Eier entwickeln sich allmählich innerhalb der Amme zu kleinen Saugwürmern, welche sich namentlich durch das Vorhandensein eines Schlundes und eines einfachen sackförmigen Darmes von der Mutter unterscheiden; sie durchbrechen die Körperwand der letzteren und wandern in der Schnecke umher, deren Leber sie verzehren (zweite „Ammen“-Generation). In ihnen entwickeln sich ebenfalls Eier, welche zu je einer kleinen, mit gabligem Darm und schwanzartigem Anhang ausgestatteten „Cercarie“ werden, die durch eine

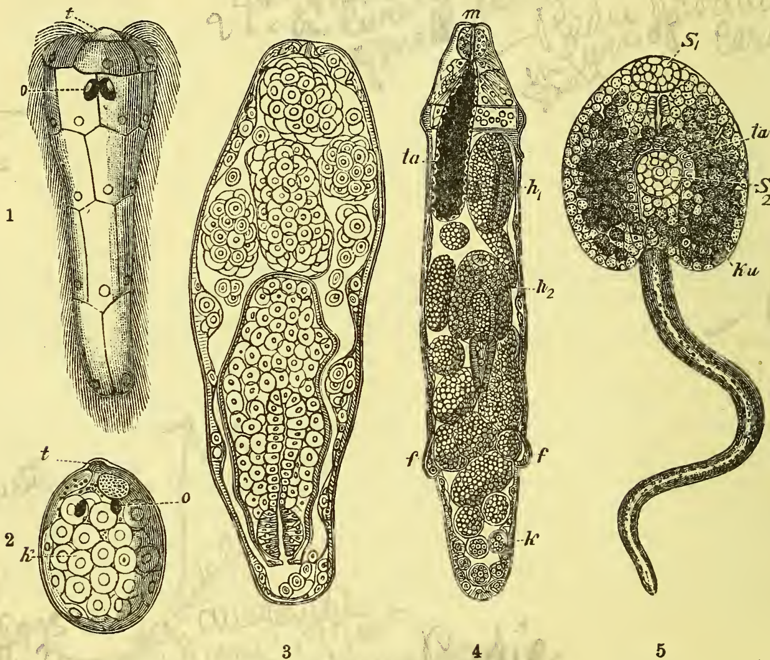


Fig. 104. *Distomum hepaticum.* 1 neugeborene Larve. *t* Bohrzapfen, *o* Auge. — 2 dieselbe (junge Amme erster Generation), nachdem sie in die Schnecke eingedrungen ist und das Wimperkleid verloren hat. *k* Ei. — 3 ausgebildete Amme erster Generation. — 4 Amme zweiter Generation. *f* gliedmaassenartige Vorsprünge, h_1—h_2 ausgebildete Cercarien innerhalb der Amme, *k* Cercarien-Embryo, *m* Mund, *ta* Darm, *v* Geschlechtsöffnung. — 5 Cercarie. *ku* Drüsen, deren Secret die Kapsel bildet, S_1—S_2 die beiden Saugnäpfe, *ta* Darm. Alle Figg. vergr. — Nach Thomas; 4 etwas geändert.

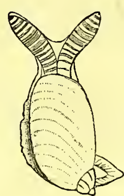
Oeffnung am mütterlichen Körper auswandert, um nachher auch aus der Schnecke auszubrechen; die Cercarie schwimmt einige Zeit lebhaft im Wasser umher, heftet sich dann an einer Pflanze fest, wirft den Schwanz ab und sondert einen Schleim aus, welcher um ihren Körper zu einer festen Kapsel erhärtet. Wird sie in diesem Zustand von einem Schaf oder Rind mit der Nahrung anfgenommen, so löst sich die Kapsel im Magensaft auf, und der junge Saugwurm wandert in die Leber hinein, wo er sich zur Geschlechtsreife entwickelt (die hermaphroditische Generation). Eingekapselte Leberegel finden sich nicht nur an Wasserpflanzen, sondern auch an Landpflanzen, indem die Schnecke häufig das Wasser verlässt und auf angrenzenden Wiesen umherwandert.

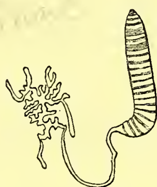
2. *Leucochloridium paradoxum* ist eine Saugwurm-Amme, welche in der an feuchten Stellen lebenden Schnecke *Succinea amphibia* schmarotzt. Diese Ammenform ist dadurch merkwürdig, dass sie als ein vielfach verästelter Schlauch erscheint, von dessen Aesten einige eine sehr starke Entwicklung erlangen und als dicke, lebhaft gefärbte Würste in die Fühlhörner der Schnecke eindringen und dieselben stark ausdehnen. Verschiedene insektenfressende Vögel reissen die soeben erwähnten Theile

Fig. 105.



Fig. 106.





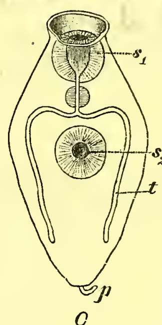


Fig. 105. *Polystomum integerrimum*, von der Bauchseite. *m* Mund, *s* Saugnapf, *t* Darm. — Nach Zeller.

Fig. 106. *A* Schnecke mit *Leuchochloridium paradoxum* in beiden Fühlern, *B* dasselbe aus der Schnecke herauspräparirt, *C Distomum macrostomum*. *p* Penis, s_1 vorderer, s_2 hinterer Saugnapf, *t* Darm. *A* und *B* natürl. Gr., *C* $\frac{20}{1}$. — Nach Zeller.

des Schmarotzers aus der Schnecke; in diesem Fall kann die Schnecke weiterleben und ein neuer Ast des Leucochloridium in das Fühlhorn hineinrücken; in dem Darmkanal der betreffenden Vögel wie auch in demjenigen verschiedener Sumpfvögel, welche die ganze Schnecke verzehren, erlangen die in den Würsten enthaltenen jungen Saugwürmer ihre vollständige Entwicklung und werden zu der normal gebauten hermaphroditischen Generation, welche unter dem Namen *Distomum macrostomum* beschrieben ist.

3. Classe. **Bandwürmer** (*Cestoda*).

Die Bandwürmer unterscheiden sich dadurch von den Saugwürmern, mit denen sie nahe verwandt sind, dass ihnen ein Darmkanal fehlt und dass sie fast immer durch Sprossung Ketten bilden.

Eine Bandwurmkette besteht zuvörderst aus einem ungeschlechtlichen Individuum, dem sogenannten „Kopf" (Scolex), welcher mit Saugnäpfen, Haken oder anderen Haftapparaten an seinem Vorderende ausgestattet ist. Hinter dem Kopfe folgt eine grössere oder kleinere Reihe von „Gliedern" (Proglottiden), d. h. Geschlechtsindividuen von verschiedener Entwicklungsstufe und verschiedener Grösse, welche durch Einschnürungen von einander getrennt sind; die dem Kopfe am nächsten sitzenden Glieder sind die jüngsten, die von ihm entferntesten die ältesten und grössten; neue „Glieder" werden dadurch gebildet, dass die hintersten Theile des Kopfes sich abschnüren. Wenn die Entwicklung der Glieder so weit vorgeschritten ist, dass sie reife Eier in grösserer An-

zahl enthalten, trennen sie sich im Allgemeinen von der Kette ab; in einzelnen Fällen trennen sie sich jedoch schon auf einer früheren Stufe von dieser und wachsen selbständig weiter; in anderen Fällen bleibt die Kette dauernd in Zusammenhang. Die Anzahl der Glieder einer Kette kann von ganz wenigen bis auf viele Hunderte steigen[1]).

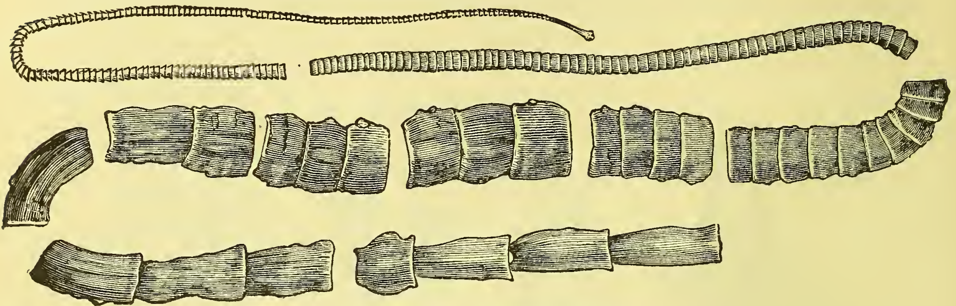


Fig. 107. *Taenia mediocanellata*, Stücke der Kette in natürl. Gr. — Nach Leuckart.

Die ausgebildete Bandwurmkette findet sich ausschliesslich im Darm der Wirbelthiere, an dessen Wand sie durch die am Kopfe vorhandenen Haftwerkzeuge angeheftet ist; sie ernährt sich durch Aufsaugung des Darminhaltes (durch die Haut). Der Bandwurm verbringt

Fig. 108. Fig. 109 *b*. Fig. 110. Fig. 111.

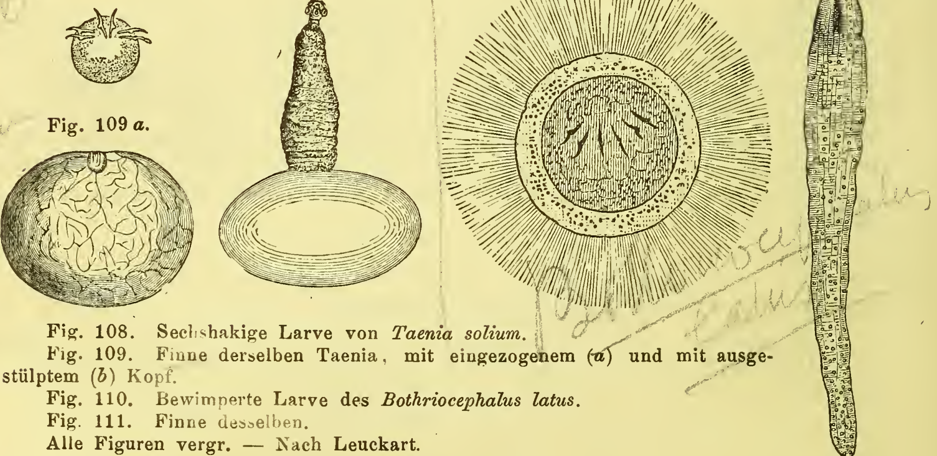


Fig. 108. Sechshakige Larve von *Taenia solium*.
Fig. 109. Finne derselben Taenia, mit eingezogenem (*a*) und mit ausgestülptem (*b*) Kopf.
Fig. 110. Bewimperte Larve des *Bothriocephalus latus*.
Fig. 111. Finne desselben.
Alle Figuren vergr. — Nach Leuckart.

aber nicht sein ganzes Leben an dieser Stelle oder in demselben Wirth; auf einer jüngeren Stufe, im sogenannten Finnenzustande, lebt er in einem anderen Wirth und in einem anderen Theil des Wirthkörpers.

1) Nach einer anderen in den letzten Jahren vielfach vertretenen Auffassung wäre die Bandwurmkette kein Stock, sondern ein Einzelindividuum mit einer grossen Anzahl von Geschlechtsapparaten. Dieser Auffassung widerspricht aber die Thatsache, dass bei einigen Bandwürmern die „Glieder" nach der Ablösung noch bedeutend wachsen, geschlechtsreif werden und sich begatten und somit vollauf als selbständige Individuen bekunden.

Im Finnenstadium besteht der Bandwurm öfters nur aus dem „Kopfe"; in anderen Fällen jedoch aus dem Kopfe und einer Anzahl von Gliedern, welche aber niemals geschlechtsreif sind. Die Geschlechtsreife wird erst erreicht, wenn die Finne in den Darmkanal eines anderen Wirthes übergeführt wird, was gewöhnlich in der Weise stattfindet, dass der zweite Wirth den ersten, und damit zugleich den Schmarotzer, verzehrt. Der Finnenwirth wird meistens in der Weise inficirt, dass er die dem Bandwurmwirth mit den Excrementen abgegangenen Eier (resp. die abgegangenen, Eier enthaltenden Glieder) in seinen Darmkanal aufnimmt; die Eier enthalten je eine Larve, ein rundliches, mit 6 Haken ausgestattetes Thierchen, welches sich, nachdem die es umgebende Schale [1]) vom Magensaft aufgelöst ist, durch die Magenwand hindurchbohrt und zu einer Finne wird.

Hinsichtlich ihres Baues schliessen sich die Bandwürmer, vom Fehlen eines Darmkanals abgesehen, im Ganzen eng an die Saugwürmer an. Die Geschlechtsorgane sind hermaphroditisch, von sehr complicirtem Bau; in jedem „Glied" findet sich ein vollständiger Geschlechtsapparat, der mit demjenigen der übrigen Glieder in keiner Verbindung steht. Die Geschlechtsöffnungen befinden sich entweder an der Bauchseite der Glieder oder am Rande derselben.

Den Uebergang zu den Trematoden scheinen die bei verschiedenen Fischen schmarotzenden Gattungen *Amphilina* (beim Stör) und *Caryophyllaeus* (bei Karpfenfischen) zu bilden, bei welchen es nicht zu einer Kettenbildung kommt: der ungegliederte Körper enthält nur einen Geschlechtsapparat; wie andere Bandwürmer sind sie übrigens darmlos und stimmen auch mit diesen in gewissen speciellen Verhältnissen des Geschlechtsapparates etc. überein. Gewisse andere Bandwürmer sind den erwähnten Formen insofern ähnlich, als sie äusserlich ungegliedert erscheinen, während sie thatsächlich wesentlich andere Verhältnisse darbieten, indem eine deutliche innere Gliederung durch die Mehrzahl der Geschlechtsapparate ausgesprochen ist; bei solchen Formen kommt es nicht zu einer Ablösung der Geschlechtsindividuen, und eine derartige Kette kann etwa einer derjenigen Korallencolonien verglichen werden, deren einzelne Individuen mehr als gewöhnlich mit einander zusammenfliessen. Als Beispiel eines solchen, äusserlich ungegliederten, aber innerlich gegliederten Bandwurmes kann der im Darm verschiedener Wasservögel (im Finnenzustande in Fischen) schmarotzende Riemenwurm (*Ligula simplicissima*) genannt werden.

Die meisten Bandwürmer der Säugethiere und Vögel gehören den Gattungen *Taenia* und *Bothriocephalus*, namentlich der ersten, an. Zahlreiche andere Gattungen, besonders bei Fischen.

1. *Taenia.* Der Kopf ist mit 4 in einem Kreis stehenden Saugnäpfen ausgestattet; mitten auf dem Vorderende findet sich bei vielen Arten ein Kreis nach aussen gerichteter Haken, zuweilen eine grössere Anzahl an einer Erhöhung; bei anderen fehlen die Haken völlig. Die reifen Glieder sind bei einigen langgestreckt, bei anderen kurz und breit; sie enthalten einen verzweigten Eierbehälter (Uterus). Die Geschlechtsöffnungen meist am Rande der Glieder.

---

1) Diese Schale ist keine Eischale in der gewöhnlichen Bedeutung dieses Wortes, sondern eine vom Embryo abgesonderte Hülle. Die „Eier" sind somit in Wirklichkeit eingekapselte Embryonen.

a) *T. solium* lebt im Darmkanal des Menschen. Der Kopf mit Hakenkranz, die reifen Glieder bedeutend länger als breit; ersterer ungefähr von Stecknadelkopfsgrösse, letztere 5 mm breit. Die Kette erreicht eine Länge von etwa 3—$3^1/_2$ m. — Die embryonenhaltigen festschaligen Eier gehen ebenso wie die reifen Glieder mit den Excrementen ab. Wenn dieselben von einem Schwein verzehrt werden, wird die Eischale aufgelöst, und die sechshakige Larve bohrt sich durch den Darm in den Körper ein, wo sie meistens in den Muskeln (seltener im Herzen, Gehirn etc.) ihren Aufenthalt nimmt, um daselbst bedeutend zu wachsen und sich in eine Schweinefinne (*Cysticercus cellulosae*) zu verwandeln, einen Bandwurmkopf von demselben Aussehen wie derjenige des erwachsenen Bandwurmes, aber hinten mit einem Anhang in Form einer erbsengrossen, mit Flüssigkeit gefüllten Blase, in welche der Kopf eingestülpt ist. Wenn die Finne in den Darmkanal des Menschen übergeführt wird, so geht die Blase zu Grunde, und der Kopf entwickelt sich zu einer Bandwurmkette. — In selteneren Fällen finden sich die Finnen auch bei verschiedenen anderen Säugethieren. Auch beim Menschen kommen sie zuweilen vor, und zwar öfters an Stellen, wo sie verhängnissvoll werden können, im Gehirn, im Auge, in der Herzwand; der Mensch erhält sie ebenso wie das Schwein durch Aufnahme embryonenhaltiger Eier durch den Mund.

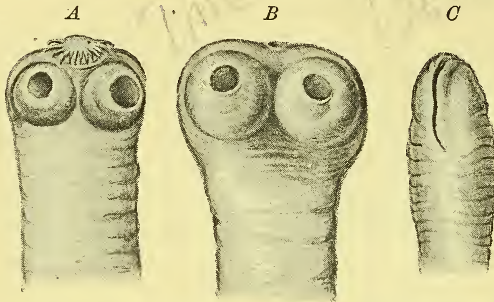


Fig. 112. „Kopf" von *Taenia solium* (*A*), von *T. mediocanellata* (*B*) und von *Bothriocephalus latus* (*C*). — Orig.

b) *T. mediocanellata* (= *T. saginata* Leuck.), ebenfalls im Darm des Menschen, in den meisten Ländern häufiger als solium. Der Kopf ohne Hakenkranz, aber mit sehr kräftigen Saugnäpfen; die Aeste des Eierbehälters zahlreicher als bei T. solium, welcher diese Art übrigens sehr ähnlich ist. Erreicht eine Länge von 7—8 m. Die Entwicklung ähnlich wie bei solium, die Finne, Rindsfinne, in den Muskeln des Rindes (fast nur bei diesem Thier), derjenigen von solium sehr ähnlich (ein wenig kleiner).

c) *T. coenurus.* Mit Hakenkranz, im Darm des Hundes, 1 m lang. Ihre Finne, Quese oder Drehwurm (*Coenurus cerebralis*), lebt im Gehirn des Schafes, bei welchem sie die Drehkrankheit verursacht. Bei der Finne dieser Art wird die Blase sehr gross (bis hühnereigross und mehr) und erzeugt durch Sprossung zahlreiche „Köpfe", so dass die Quese eine Colonie von Bandwurmköpfen mit gemeinsamer Blase wird.

d) *T. echinococcus.* Ein ganz kleiner Bandwurm (höchstens 5 mm lang), mit 3—4 Gliedern; im Darm des Hundes. Die Finne, der *Echinococcus*, in der Leber und anderen Organen des Rindes, Schafes, Schweines und des Menschen, ist eine Blase, welche oft eine bedeutende Grösse erreicht (bis kindskopfgross und mehr) und von einer dicken, geschichteten Cuticula umgeben ist. Von der Blase sprossen, ebenso wie bei T. coenurus, viele kleine Köpfe hervor, welche aber bei dem Echino-

coccus immer an kleinen Einstülpungen der Wand (vergl. Fig. 113 *B*), den sogenannten Brutkapseln, gebildet werden. (Die beim Menschen — an den meisten Stellen selten, in Mecklenburg, auf Island, in Australien häufig — vorkommenden Echinokokken zeichnen sich dadurch aus, dass sie

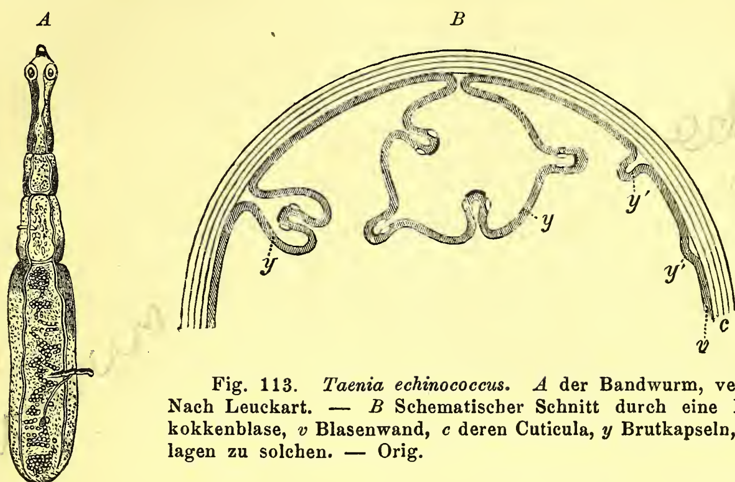


Fig. 113. *Taenia echinococcus.* *A* der Bandwurm, vergr. — Nach Leuckart. — *B* Schematischer Schnitt durch eine Echinokokkenblase, *v* Blasenwand, *c* deren Cuticula, *y* Brutkapseln, *y'* Anlagen zu solchen. — Orig.

oft eine enorme Grösse erreichen, und dass innerhalb der grossen Blase, der Mutterblase, viele kleinere Blasen, Tochterblasen, gebildet werden, welche denselben Bau wie jene besitzen; die Tochterblasen scheinen durch Umbildung von der Wand losgerissener Köpfe zu entstehen.)

e) *T. cucumerina.* Der Kopf mit einem rüsselartigen, zurückziehbaren, mit mehreren Hakenkränzen versehenen Fortsatz; die reifen Glieder länglich, oval. $^3/_4$ m lang. Sehr häufig beim Hund und bei der Katze, selten beim Menschen (Kindern). Die blasenlose Finne lebt im Hunde-Haarling (*Trichodectes canis*), neueren Angaben zufolge auch im Hundefloh.

2. *Bothriocephalus.* Der Kopf mit zwei länglichen Sauggruben, ohne eigentliche Saugnäpfe und ohne Haken. Die Geschlechtsöffnungen an der Bauchseite der immer kurzen und breiten Glieder: der Eierbe-

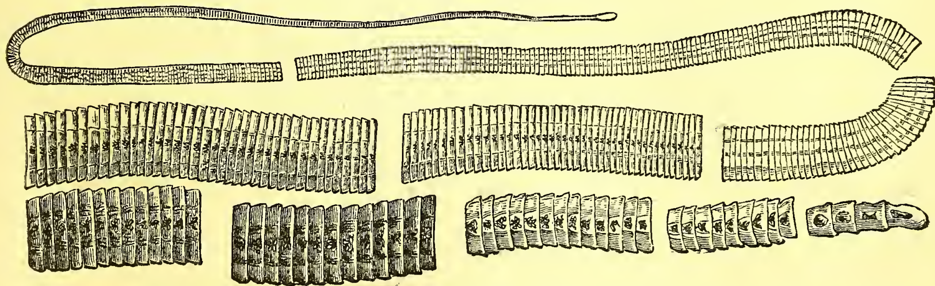


Fig. 114. *Bothriocephalus latus*, Stücke der Kette in natürl. Gr. — Nach Leuckart.

hälter ist ein unverzweigter, gewundener Schlauch. *B. latus*, der breite Bandwurm des Menschen, häufig in den russischen Ostseeprovinzen, in Finnland, in der Westschweiz, erreicht eine Länge von 8—9 m. Die

Finne lebt im Fleisch des Hechts und verschiedener anderer Süsswasserfische; sie ist länglich, blasenlos, 1 cm lang. In welcher Weise der Fisch die Finne erwirbt, ist unbekannt; die Eier des Bandwurms entwickeln sich im Wasser, die neugeborenen Larven sind mit einem Wimperkleid versehen, und in ihrem Innern sieht man die gewöhnlichen 6 Haken; es ist aber nicht gelungen, Fische mit diesen Larven zu inficiren, so dass es möglich ist, dass die Finne zuerst in einem anderen Wirth lebt, bevor sie in den Fisch kommt. Dagegen hat man durch Versuche nachgewiesen, dass die Hechtfinne, in den Darmkanal des Menschen (und des Hundes) übergeführt, sich zu B. latus entwickelt.

4. Classe. **Nemertinen** (*Rhynchocoela*).

Die Nemertinen sind in der Regel langgestreckte, öfters sogar bandförmige Thiere von bedeutender Länge; die Haut ist überall bewimpert. Am vorderen Ende findet sich an jedem Seitenrande eine spaltenförmige, stark wimpernde G r u b e, ein Sinnesorgan, welches auch bei gewissen Turbellarien vorhanden ist; oben am Vorderende gewöhn-

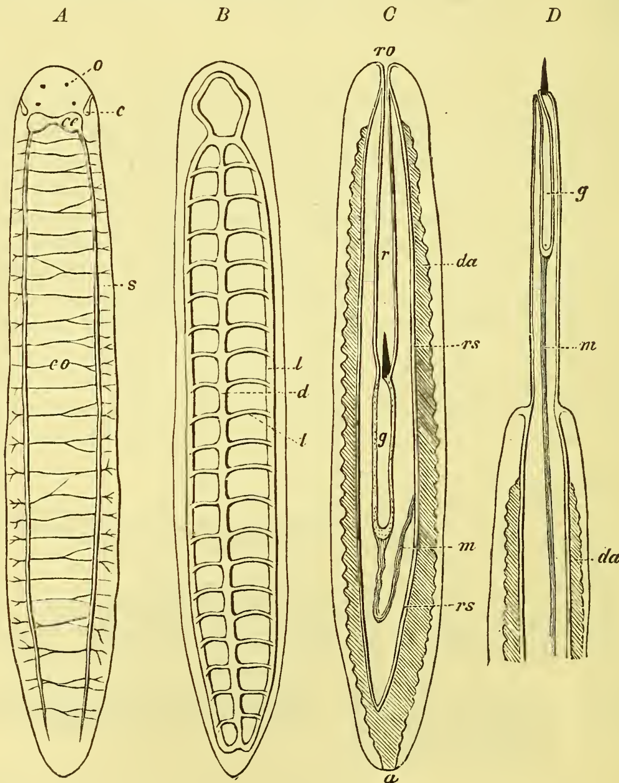


Fig. 115. *A* Umriss einer N e m e r t i n e mit eingezeichnetem Nervensystem, *B* do. mit Gefässsystem, *C* do. mit Darm und Rüssel, *D* do., Vorderende, mit ausgestülptem Rüssel. Schematisch. *a* After, *c* Wimperorgan, *ce* Gehirn, *co* Commissur, *d* Rückengefäss, *da* Darmkanal, *g* Giftdrüse, *l* Seitengefäss, *m* Rückziehmuskel, *r* Rüssel, *ro* Oeffnung des Rüssels, *rs* Rüsselscheide, *s* seitlicher Nervenstamm, *t* Quergefäss. — Orig.

lich eine Anzahl kleiner Augen. An der vordersten Spitze des Thieres ist eine Oeffnung vorhanden, welche in einen tiefen ausstülpbaren Blindsack, den Rüssel, führt; im Grunde des eingestülpten Blindschlauches findet sich bei manchen Nemertinen ein spitzer Stachel, welcher, wenn der Rüssel ausgestülpt ist, an dessen Spitze liegt, und häufig mündet an derselben Stelle eine Giftdrüse. Bei anderen fehlt der Stachel, dann ist aber der Rüssel mit zahlreichen Nesselzellen ausgestattet. Der eingestülpte Rüssel (Fig. 115 *C*) ist von einer musculösen Rüsselscheide umgeben, und der Raum zwischen beiden ist mit einer Flüssigkeit erfüllt; durch Contractionen der Rüsselscheide wird der Rüssel aus-(um-)gestülpt. Vom hinteren Ende des eingestülpten Rüssels geht an die Wand der Rüsselscheide ein langer Muskel, der Rückziehmuskel (*Retractor*), welcher den ausgestülpten Rüssel zurückzieht (vergl. Fig. 115 *D*). Der Rüssel, welcher als Waffe und Greifwerkzeug aufzufassen ist, steht nicht mit dem Darmkanal in Zusammenhang; letzterer nimmt seinen Anfang unten am Vorderende (hinter der Rüsselöffnung) mit einer spaltförmigen Mundöffnung, läuft als ein meistens mit kleinen seitlichen Ausstülpungen versehener Schlauch durch den Körper und öffnet sich mit einem After am Hinterende. Das Nervensystem schliesst sich dem gewöhnlichen Plattwurm-Typus an;

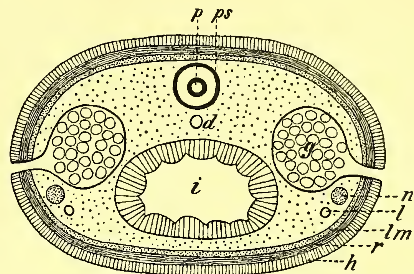


Fig. 116. Schematischer Querschnitt einer Nemertine. *d* Rückengefäss, *g* Geschlechtsdrüse, *h* Haut, *i* Darm, *l* Seitengefäss, *lm* Längsmuskelschicht, *n* seitlicher Nervenstamm, *p* Rüssel, *ps* Rüsselscheide, *r* Ringmuskelschicht.

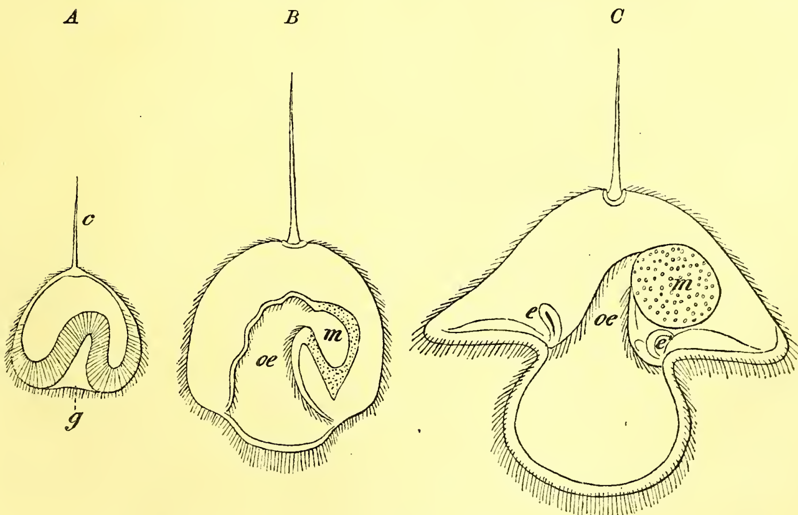


Fig. 117. Drei Larvenstufen einer Nemertine; die älteste Larve (*C*) ist ein sogen. *Pilidium*. *c* Geissel, *g* Gastrulamund; *e* und *e'* Hauteinstülpungen, aus welchen ein grosser Theil des definitiven Nemertinenkörpers entsteht; *m* Magen, *oe* Speiseröhre. — Nach Metschnikoff.

die Rüsselscheide durchbohrt den die grossen Gehirnknoten verbindenden Nervenstrang; vom Gehirn entspringt jederseits ein nach hinten verlaufender seitlicher Nervenstamm (welcher zahlreiche Nervenzellen enthält); die beiden Stämme sind bei manchen Nemertinen durch zahlreiche feine, ober- und unterhalb des Darmkanals verlaufende Quercommissuren verbunden, und von ihnen gehen zahlreiche Nerven ab. Die Excretionsorgane haben einen ähnlichen Bau wie bei anderen Plattwürmern. Ausser den oben genannten Wimpergruben und Augen sind bei einzelnen Nemertinen auch Gehörblasen vorhanden. Im Gegensatz zu anderen Plattwürmern besitzen die Nemertinen ein Gefässsystem, meistens aus 3 Hauptlängsstämmen bestehend, zwei seitlichen und einem dorsalen, welche vorne und hinten mit einander in Verbindung stehen und ausserdem durch Quergefässe verbunden sind; das Blut strömt im Rückengefäss von hinten nach vorne, in den Seitenstämmen von vorne nach hinten; es ist farblos oder roth gefärbt. Die Nemertinen sind fast immer getrennten Geschlechts, die Geschlechtsorgane besitzen einen weit einfacheren Bau als bei anderen Plattwürmern; sowohl von Eierstöcken wie von Hoden sind viele vorhanden, welche mit je einem Ausführungsgang an der Seite des Körpers münden; es sind keine Anhangsorgane, auch keine Begattungsorgane vorhanden.

Einige Nemertinen durchlaufen eine Metamorphose, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass bedeutende Theile des Larvenkörpers abgeworfen werden. Die Larve, welche zuweilen eine sehr eigenthümliche Form besitzt (Fig. 117), schwimmt frei im Meer umher.

Die Nemertinen leben grösstentheils im Meere, wo sie sich meistens am Boden aufhalten, einzelne im Süsswasser oder auf dem Lande. Sie ernähren sich von anderen Thieren.

Eine in den europäischen Meeren lebende Nemertine, *Lineus longissimus*, erreicht bei einer Körperbreite von 8 mm zuweilen eine Länge von 13 m; die meisten Arten sind nur wenige cm, einige gar nur wenige mm lang.

Anhang zu den Plattwürmern:

Räderthiere (*Rotatoria*).

Die Räderthiere sind meistens mikroskopisch kleine Geschöpfe, welche in Grösse, Aufenthaltsort und Lebensweise an die Infusionsthierchen erinnern. Die hinterste Partie des Körpers ist bei den meisten Räderthieren verschmälert (der Schwanz), vom übrigen Theil (dem Rumpf) abgesetzt und mit einem Paar kurzer Anhänge oder mit einer Haftscheibe an der Spitze versehen. Am vorderen Ende des Körpers findet sich eine mehr oder weniger entwickelte (zuweilen gelappte) Scheibe, das Räderorgan, das an seinem Rande mit kräftigen Wimperhaaren besetzt ist; das Räderorgan ist einerseits ein Schwimmwerkzeug, andererseits strudelt es kleine Theile in die unten liegende Mundöffnung. Der Rumpf ist bei einigen Räderthieren von einem festen Chitinpanzer (einem verdickten Abschnitt der den ganzen Körper bekleidenden Cuticula) umgeben, welcher mit Dornen bewaffnet sein kann; in anderen Fällen ist der Rumpf wie auch der Schwanz mit feinen Quereinschnürungen versehen, welche eine Gliederung vortäuschen,

die jedoch keineswegs im Innern des Thieres ausgesprochen ist; der Schwanz ist oft sehr beweglich mit dem Rumpf verbunden, so dass die Thiere mit seiner Hülfe egelartig fortkriechen können. Der Mund führt in einen musculösen Schlundkopf, welcher mit mehreren kleinen Kiefern versehen ist, die fortwährend gegen einander klappen; der Darmkanal ist übrigens kurz und einfach, der After befindet sich gewöhnlich auf der Rückenseite am Grunde des Schwanzes (bei einigen

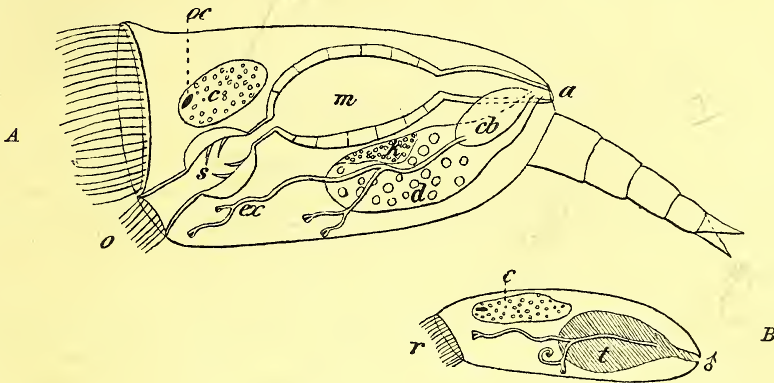


Fig. 118. *A* Schema des Baues eines weiblichen Räderthieres, von der Seite gesehen. *B* desgl. eines Männchens. *a* After, *c* Gehirn, *cb* contractile Blase, *d* Dotterstock, *ex* Excretionsorgan, *k* Keimstock, *m* Magen, *o* Mundöffnung, *oc* Auge, *r* Räderorgan, *s* Schlundkopf, *t* Hoden, ♂ männliche Geschlechtsöffnung. — Orig. (mit Benutzung von Figuren von Plate).

Formen fehlt ein After). Das Nervensystem ist dem der Plattwürmer ähnlich (Gehirnknoten am Vorderende und von demselben ausgehende Nervenstämme); ein oder zwei Augen finden sich öfters am vorderen Ende. Die Excretionsorgane schliessen sich eng an die der Plattwürmer an: es findet sich ein Paar Hauptstämme mit kleineren Aesten, deren kolbige Endanschwellungen mit denen der Plattwürmer übereinstimmen; die Hauptstämme münden, meistens nachdem sie sich vorher vereinigt und eine contractile Endblase erzeugt haben, in den hintersten Theil des Darmkanals, die Kloake. Ein Gefässsystem fehlt. Die Räderthiere sind getrennten Geschlechts; nur bei einzelnen Formen stimmen die beiden Geschlechter in der Hauptsache mit einander überein, meistens sind sie ausserordentlich verschieden: die Männchen sind kleiner als die Weibchen, es fehlt ihnen die Mundöffnung ganz, ihr Darmkanal ist rudimentär, so dass sie keine Nahrung zu sich nehmen können, und sie leben nur wenige Tage; es geht ihnen ein Panzer ab, selbst in den Fällen, wo das Weibchen einen solchen besitzt, und der Wimperapparat ist klein; sie scheinen in geringerer Anzahl als die Weibchen aufzutreten und sind lange nicht bei allen Gattungen bekannt. Der kurze Eileiter[1]) öffnet sich in der Regel in den hintersten Theil des Darmkanals, der Samenleiter auf der Rücken-

1) Dem (meistens unpaaren) Eierstock oder Keimstock schließt sich ein Dotterstock an, welcher eine Dottermasse erzeugt, die von dem Ei aufgesogen wird.

seite am Grunde des Schwanzes. Die Räderthiere legen zwei verschiedene Sorten von Eiern ab, nämlich dünnschalige, unbefruchtete Sommereier, welche sich parthenogenetisch entwickeln, und dickschalige, befruchtete Dauereier; letztere entwickeln sich erst längere Zeit nach der Ablage. Die Jungen machen keine Metamorphose durch.

Bei einem häufig vorkommenden Süsswasser-Räderthier, *Hydatina senta*, finden sich zwei verschiedene Sorten von Weibchen: die eine Sorte kann sich nicht begatten und liefert ohne Ausnahme Sommereier, welche sich zu Weibchen entwickeln; die andere Sorte ist begattungsfähig und liefert, wenn eine Begattung stattfindet, Dauereier, dagegen, wenn eine Begattung ausbleibt, Sommereier, welche sich zu Männchen entwickeln. Ob ähnliche Verhältnisse auch bei anderen Räderthieren bestehen, ist bislang unbekannt, aber wahrscheinlich.

Ueber die systematische Stellung der Räderthiere haben lange Zweifel obgewaltet: sie sind bald den Gliederfüsslern, bald den „Würmern" zugezählt worden. Nach den in der letzten Zeit hinsichtlich ihres Baues bekannt gewordenen Thatsachen ist es wahrscheinlich, dass sie von den Plattwürmern abgeleitet werden müssen (vergl. besonders den Excretionsapparat).

Die Räderthiere sind meistens lebhaft sich umherbewegende Thiere; einige sind jedoch festsitzend. Sie leben grösstentheils im Süsswasser, eine geringe Anzahl im Meere. Einige Formen, welche sich in feuchter Erde oder an Pflanzen (Moosen) aufhalten, können ein starkes Eintrocknen des Körpers vertragen, was dagegen mit den im Wasser lebenden nicht der Fall ist. Einzelne Räderthiere sind Schmarotzer.

4. Kreis. **Rundwürmer** (*Nemathelminthes*).

Die beiden Hauptgruppen, aus welchen der Kreis der Rundwürmer besteht, sind derartig von einander verschieden, dass es in der That sehr zweifelhaft erscheint, ob sie mit Recht zusammengestellt werden. Beiden Gruppen gemeinsam ist der gestreckte cylindrische Körper und der kräftige Hautmuskelschlauch, welcher eine wohl ausgeprägte Leibeshöhle umschliesst. Wimperhaare fehlen. Die Geschlechter sind im Allgemeinen getrennt.

Welchem der übrigen Thierkreise die Rundwürmer sich am nächsten anreihen, ist vor der Hand noch nicht deutlich zu erkennen; was bisher von ihrem Bau bekannt wurde, scheint keine charakteristischen Anknüpfungen an andere Gruppen darzubieten.

1. Classe. **Nematoden** oder **echte Rundwürmer** (*Nematoda*).

Der glatte Körper ist fast immer langgestreckt, cylindrisch, nicht selten fadenförmig, gewöhnlich an beiden Enden etwas zugespitzt. Er ist von einer dicken, elastischen, blassen Cuticula umgeben, unter welcher eine dünne Oberhaut liegt. Unterhalb dieser liegt eine einzige Schicht oft sehr grosser Muskelzellen von verschiedener Form; die Muskelschicht ist jedoch von 4 sogenannten Längslinien unterbrochen, leistenartigen Verdickungen der Oberhaut, welche den Körper der Länge nach durchlaufen, eine in der Mitte des Rückens, eine auf dem Bauche, eine auf jeder Seite, und somit die Muskelschicht in vier lange Streifen theilen; von den vier Längslinien sind die beiden Seitenlinien am stärksten entwickelt. Die Mundöffnung befindet sich am Vorderende des Körpers; zuweilen ist eine deutliche, von einer festen Cuticula ausgekleidete Mundhöhle vorhanden, welche aber bei den meisten fehlt. Der übrige Theil des Darmkanals, welcher in gerader Linie durch den Körper verläuft, zerfällt in drei Abschnitte:

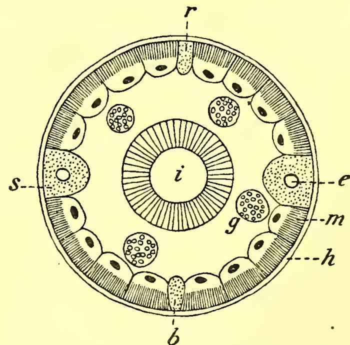


Fig. 119. Querschnitt eines Nematoden, Schema. *b* ventrale Längslinie, *d* Darm, *e* Excretionsorgan, *h* Haut, *g* Geschlechtsorgane, *m* Muskelzelle, *r* dorsale Längslinie, *s* Seitenlinie. — Orig.

ein musculöses Schlundrohr, welches als Pumpwerkzeug fungirt, die eigentliche muskellose Darmröhre und den kurzen musculösen Enddarm; der After befindet sich auf der Unterseite, in der Nähe des hinteren Körperendes. Die centralen Theile des Nervensystems sind durch einen mit Ganglienzellen ausgestatteten Nervenring um den Schlund herum vertreten; von diesem gehen mehrere Nervenstämme aus, unter denen namentlich zwei hervorzuheben sind, welche nach hinten, der eine längs der Rückenseite, der andere längs der Bauchseite, beide in der Mittellinie, verlaufen; der ventrale Stamm endet hinten mit einem kleinen Ganglion. Von Sinnesorganen sind die kleinen Tastpapillen zu nennen, welche allgemein am vordersten und am hintersten Theil des Körpers (letztere namentlich bei den Männchen) angebracht sind; bei einigen freilebenden Nematoden hat man kleine Augen am Vorderende gefunden. Der Excretionsapparat scheint bei den Nematoden durch ein Paar feine Röhren vertreten zu sein, welche in den Seitenlinien verlaufen und vorne auf der Unterseite mit einer gemeinsamen Oeffnung ausmünden. Der Geschlechtsapparat besteht beim Weibchen aus zwei langen, gewöhnlich stark gewundenen Röhren, welche mit einem kurzen gemeinschaftlichen Gang auf der Unterseite, meistens vor der Mitte der Körperlänge, ausmünden; jeder Schlauch besteht aus zwei, jedoch nicht scharf gesonderten Abschnitten, dem Eierstocke und dem Eileiter, welch letzterer als Behälter, oft auch als Brutstätte, der zahlreichen Eier dient und häufig bei dem reifen Weibchen stark ausgedehnt ist. Beim Männchen sind Hode und Samenleiter durch einen einzigen, in der Regel langen, gewundenen Schlauch vertreten, welcher in den somit eine Kloake darstellenden Enddarm einmündet; der Schlauch zerfällt in zwei Abschnitte, von welchen der Samenleiter der weitere und kürzere, der Hode der längere und dünnere ist. Das Männchen ist gewöhnlich mit einem Begattungsorgan versehen, welches aus einem oder (meist) zwei krummen Chitinnadeln, den sogenannten Spicula, besteht, die in je einem, in die obere Wand der Kloake mündenden, Säckchen sitzen. Bei der Begattung werden die Spicula aus dem After geschoben und in die weibliche Geschlechtsöffnung eingeführt; bei einigen wird auch die Kloake bei derselben Gelegenheit umgestülpt. (Ueber die speciellen Verhältnisse bei der Trichine und bei den Strongyliden siehe unten.) Im Allgemeinen ist das Weibchen dem Männchen an Grösse mehr oder weniger überlegen, zuweilen sind auch andere hervortretende Unterschiede vorhanden. Die Nematoden legen in der Regel von einer festen Schale umgebene Eier ab; häufig ist die Entwicklung mehr oder weniger vorgeschritten, wenn

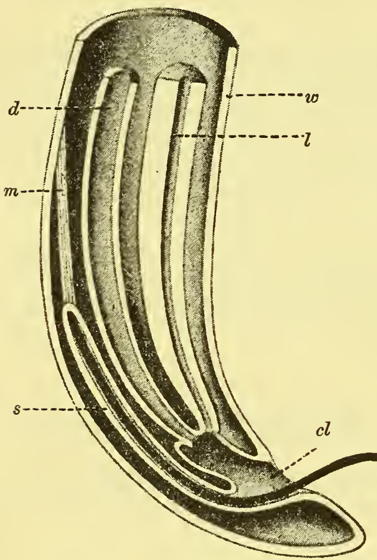


Fig. 120. Hinterende eines männlichen Nematoden, der Länge nach durchschnitten. Schema. *cl* Kloake, *d* Darm, *m* Rückziehmuskel des Spiculums, *s* Säckchen desselben, *w* Leibeswand. — Orig.

das Ei abgelegt wird; nicht wenige sind lebendiggebärend. Eine ausgeprägte Metamorphose wird im Allgemeinen nicht durchlaufen, wenn auch die Jungen bisweilen von den Erwachsenen nicht ganz unerheblich abweichen. Ungeschlechtliche Fortpflanzung findet nicht statt.

Die meisten Nematoden sind Schmarotzer; eine nicht geringe Anzahl, meistens kleine Formen, sind jedoch freilebend, im Süsswasser, in feuchter Erde oder im Meere; einige in faulenden Substanzen oder in lebenden Pflanzen. Viele der Schmarotzer leben in verschiedenen Perioden ihres Lebens in verschiedenen Wirthen oder eine Zeitlang frei, zu einer anderen Zeit als Schmarotzer; überhaupt bieten die Lebensverhältnisse dieser Thiere ein bedeutendes Interesse dar.

1. Die Spulwürmer (*Ascaris*). Rundwürmer von oft ansehnlicher Grösse, am Vorderende mit drei vorstehenden, wohl entwickelten Lippen, welche zusammen einen vom übrigen Körper abgesetzten zapfenförmigen Theil bilden. Hierher gehören: Der Spulwurm des Menschen, *A. lumbricoides*, häufig im Dünndarm, namentlich bei Kindern in grösserer Anzahl vorhanden und dann nicht ungefährlich; auch beim Schwein. Nährt sich wahrscheinlich vom Darmschleim (nicht Blutsauger). Nach neueren Beobachtungen erhält man Spulwürmer einfach in der Weise, dass embryonenhaltige Eier, welche aus dem Darme der Wirthe mit den Excrementen abgehen, zufällig in den Mund und von dort in den Magen gelangen, wo die Schale vom Magensaft [1]) aufgelöst wird, so dass das eingeschlossene Junge frei wird. Das Weibchen wird bis 40 cm, das Männchen 25 cm lang (beide aber meistens nur etwa halb so lang). Etwas grösser als lumbricoides ist die *A. megalocephala* des Pferdes, bedeutend kleiner die *A. mystax* der Katze und des Hundes (♀ bis 12 cm, ♂ bis 6 cm lang); die letztere Art ist dadurch leicht kenntlich, dass sie eine flügel- oder leistenartige Hautfalte an jeder Seite des Vorderendes besitzt.

2. Der Pfriemenschwanz (*Oxyuris vermicularis*). Mit drei rudimentären Lippen; oben und unten am Vorderende eine longitudinale Hautfalte. ♀ mit pfriemenförmig verlängertem, schwanzartigem Hinterende, 1 cm lang; ♂ ohne Schwanz, kleiner und seltener als das Weibchen. Häufig im Dickdarm des Menschen (namentlich bei Kindern), wo er sich vom Darminhalte ernährt, öfters in sehr grosser Anzahl vorhanden und kann dann ernste Leiden verursachen. Die Infection findet wahrscheinlich in derselben Weise wie beim Spulwurm statt. Eine weit grössere Art (*O. curvula*) im Blinddarm des Pferdes.

3. Die Strongyliden (Gatt. *Strongylus*, *Eustrongylus*, *Dochmius* u. a.) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass das Hinterende des Männchen, mit einer die Kloakenöffnung umgebenden häutigen Glocke versehen ist, welche als Haftwerkzeug während der Begattung dient; die Glocke ist durch radiäre rippenartige Verdickungen gestützt (Fig. 123 *A*). Ausserdem sind Spicula wie gewöhnlich vorhanden. Die Strongyliden sind häufig Blutsauger; die Mundhöhle ist oft weit und mit Chitinzähnen oder -spitzen versehen.

a) *Eustrongylus gigas*, ♀ bis 1 m lang (12 mm dick), ♂ bis $^1/_3$ m lang. Im Nierenbecken (d. h. dem vordersten erweiterten Theil des Harnleiters) beim Hunde, Otter, Seehunden u. a., sehr selten beim Menschen. Lebensgeschichte unbekannt.

---

1) Die Schale der Eier kann ebensowenig wie die der meisten anderen Darmschmarotzer im Darm aufgelöst werden, sondern muss den Magen passiren, damit dies geschehen kann.

b) *Dochmius duodenalis* (Fig. 123). ♀ bis 2 cm lang, ♂ 1 cm; Mund mit kräftigen Hakenzähnen. Lebt als Blutsauger im Dünndarm des Menschen; ein sehr gefährlicher Schmarotzer, findet sich in den Tropen und in warmtemperirten Ländern (Brasilien, Aegypten, Italien), ferner auch nördlicher, z. B. an einigen Stellen in Deutschland, in Bergwerken („ägyptische Chlorose“, „Grubenkrankheit“). Die Eier verlassen das Mutterthier und den Wirth des letzteren und durchlaufen ihre Entwicklung in feuchter Erde oder Schlammpfützen, wo das Junge auch einige Zeit verlebt. Nach kurzer Zeit kapselt es sich ein (die Kapsel besitzt die gestreckte Form des Thieres und ist vermuthlich eine abgelöste Cuticula) und wird wahrscheinlich in diesem Zustande mit dem Trinkwasser oder in ähnlicher Weise aufgenommen.

c) *Strongylus armatus,* der Palissadenwurm (letzterer Name stammt daher, dass ein Kranz von Chitinspitzen längs des Mundrandes sich befindet), ♀ bis 5 cm, ♂ 2—3 cm lang. Im Dickdarm (namentlich im Blinddarm) des Pferdes sehr häufig. Im ersten Jugendzustand lebt er im Freien, gelangt dann wahrscheinlich mit dem Trinkwasser in das Pferd hinein, wo er zunächst in gewissen Arterien (besonders in der vorderen Gekrösearterie) lebt, welche durch die Einwirkung des Schmarotzers bedeutende pathologische Veränderungen erleiden (Wurm-Aneurysmen) später tritt er in den Darm über, wo er geschlechtsreif wird. In welcher Weise die Wanderungen zu und von der Arterie stattfinden, ist nicht näher bekannt. Weder der Aufenthalt des Wurmes in den Arterien noch der im Darme scheint das Wohlbefinden des Pferdes direct zu stören; dagegen können geronnene Bluttheile aus den Aneurysmen Verstopfungen der Darmgefässe und somit gefährliche, oft tödtliche Krankheiten des Wirthes veranlassen. — Andere Strongyliden leben in verschiedenen Hausthieren; darunter der gefährliche *S. filaria* in der Lunge des Schafes.

4. Der Peitschenwurm (*Trichocephalus dispar*), im Dickdarm (namentlich im Blinddarm) des Menschen sehr häufig; der vordere Theil des Körpers zu einem langen, dünnen Faden ausgezogen, welcher in die Darmschleimhaut eingebohrt ist; bis 5 cm lang. Der Embryo entwickelt sich innerhalb der Eischale an feuchten Stellen oder im Wasser und kommt von der Schale umschlossen in den Darmkanal des Wirths, wo das Junge die Schale verlässt und sich weiter entwickelt.

5. Die Trichine (*Trichina spiralis*). Der Körper des geschlechtsreifen Thieres, der sogenannten Darmtrichine, sehr dünn, ♀ 3—$3^1/_2$ mm, ♂ $1^1/_2$ mm lang; weibliche Geschlechtsöffnung weit vorn; Hinterende des Männchens mit zwei Zapfen, die Kloake ausstülpbar, fungirt als Begattungsorgan, Spicula fehlen. In geschlechtsreifem Zustand im Dünndarm des Menschen und verschiedener Säugethiere, namentlich des Schweines und der Ratte. Die Darmtrichine gebärt im Darme des Wirths eine grosse Menge mikroskopisch kleiner lebendiger Junge (jedes Weibchen mindestens ca. 1500), welche sich sofort durch die Darmwand in die Leibeshöhle desselben Wirths durchbohren und sich von dort in die Muskeln begeben, wo jedes Junge sich in eine Muskelfaser einbohrt, welche dadurch anschwillt; der äussere Theil der angeschwollenen Muskelfaser erhärtet zu einer citronenförmigen Kapsel um die junge Trichine, welche mittler Weile bedeutend (bis 1 mm Länge) gewachsen ist und jetzt in der die Kapsel ausfüllenden breiigen Masse spiralig aufgerollt liegt; die Kapsel nimmt nach einigen Monaten Kalksalze in sich auf und wird hart und undurchsichtig. Wenn ein Thier, welches solche eingekapselten

Fig. 121.

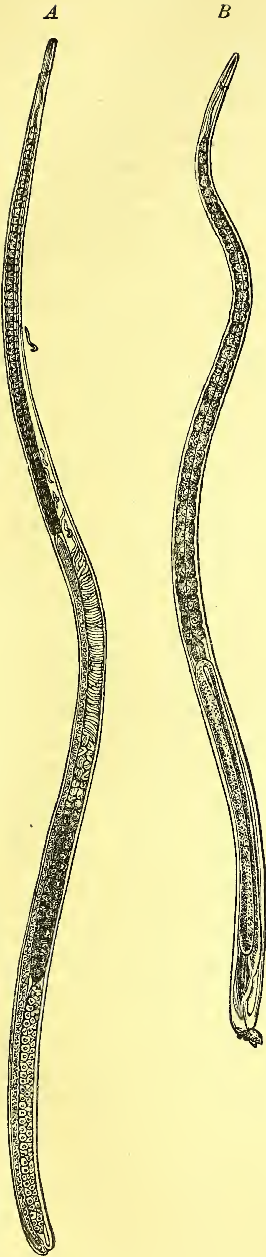


Fig. 122.

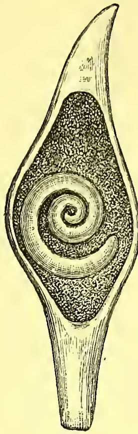


Fig. 124.

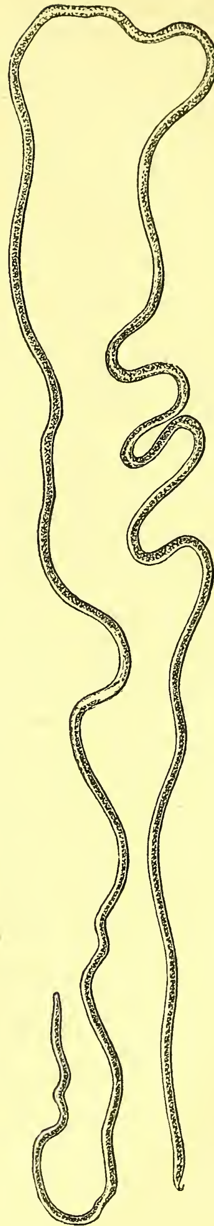


Fig. 123.



Fig. 121. **D a r m t r i c h i n e n**, *A* ♀, *B* ♂. — Nach Leuckart.
Fig. 122. **M u s k e l t r i c h i n e**, in ihrer Kapsel liegend. — Orig.
Fig. 123. *Dochmius duodenalis*, *A* ♂, *B* ♀. — Nach Leuckart.
Fig. 124. **G u i n e a - W u r m** (*Filaria medinensis*). Natürl. Gr. — Nach Leuckart.

Muskeltrichinen enthält, von einem anderen (bei welchem die Trichine leben kann) gefressen wird, werden die Kapseln im Magen des letzteren aufgelöst, die Trichinen werden frei, gelangen in den Darm und entwickeln sich dort im Laufe weniger Tage zur Geschlechtsreife, begatten sich, und schon eine Woche nach der Einwanderung in den neuen Wirth gebärt die weibliche Darmtrichine ihre ersten Jungen; das ♀ lebt im Darm gewöhnlich nur 5—6 Wochen und stirbt dann ab, das geschlechtsreife Männchen lebt noch kürzere Zeit. Als Muskeltrichinen können sie dagegen längere Zeit, bis zu mehreren Jahren, leben; alte Muskeltrichinen fallen übrigens häufig einer Verkalkung anheim und sterben ab. Der Mensch wird mit Trichinen durch den Genuss von rohem Schweinefleisch inficirt, das Schwein bekommt meistens die seinigen, indem es Ratten frisst, letztere werden wahrscheinlich trichinös, indem sie Abfälle von Schweineschlächtereien oder abgestorbene Genossen auffressen. Die Trichinen-Krankheit wird wesentlich durch die Wanderung der jungen Trichinen und durch ihren ersten Aufenthalt in den Muskeln verursacht; wenn die Wanderung abgeschlossen ist und die Trichinen sich eingekapselt haben, hören die Krankheitssymptome wesentlich auf; die Genesung erfolgt aber häufig erst sehr allmählich, und zahlreiche Fälle enden mit dem Tode.

6. Die Fadenwürmer (Gatt. *Filaria* u. a.) sind Thiere von sehr langgestreckter Körperform, welche in der Regel nicht im Darmkanal des Wirths, sondern an anderen Stellen des Körpers, namentlich im Bindegewebe leben. Hierher gehören:

a) Der Guinea- oder Medina-Wurm (*F.* [*Dracunculus*] *medinensis*) lebt im Bindegewebe unterhalb der Haut oder zwischen den Muskeln beim Menschen, jedoch nur in den warmen Theilen der alten Welt. Nur das Weibchen ist bekannt; es erreicht eine Länge von 80 cm. Beim erwachsenen Thiere ist der Darm zusammengefallen und ein After fehlt (die Ernährung geschieht mittels Aufsaugen durch die Körperwand); der grösste Theil der Leibeshöhle wird von dem kolossalen, einer Ausführungsöffnung entbehrenden Eileiter eingenommen, in welchem mehrere Millionen Junge vorhanden sind. Wenn das Thier vollständig entwickelt ist, bricht es durch die Haut des Wirths an einer Stelle hindurch, wo sich durch den vom Schmarotzer erzeugten Reiz ein kleines Geschwür gebildet hat. Die Jungen bohren sich in Wasserflöhe (*Cyclops*) ein, in welchen sie gewisse Veränderungen erleiden; der Mensch erhält wahrscheinlich den Schmarotzer, indem er zufällig die Wasserflöhe mit dem Trinkwasser aufnimmt.

b) *Filaria immitis* (♀ bis 25, ♂ bis 17 cm) im Herz und im Unterhautbindegewebe des Hundes; die Jungen im Blute. Häufig in Ostasien, selten in Europa. — Auch im Blute des Menschen sind *Filaria*-Junge gefunden worden.

7. *Mermis.* Fadenförmige, afterlose Rundwürmer, welche in verschiedenen Insekten leben, aus denen sie sich schliesslich herausbohren, um ihre letzte Zeit in feuchter Erde zu verleben, wo sie geschlechtsreif werden, sich begatten und Eier ablegen. Die Jungen bohren sich in Insekten ein. — Eine ähnliche, aber etwas complicirtere Lebensgeschichte besitzt die in ihrem Bau vom gewöhnlichen Nematoden-Typus sehr abweichende Gattung *Gordius*, welche im erwachsenen Zustande im Süsswasser lebt.

8. Die Anguillulinen sind eine Abtheilung grösstentheils sehr kleiner Rundwürmer, welche meistens frei, entweder im Wasser, in ver-

schiedenen faulenden Substanzen oder in (an) lebenden Pflanzen leben. Als Beispiele mögen folgende genannt werden:

a) *Tylenchus tritici,* Weizenälchen. In Weizenkörnern findet man zuweilen eine faserige Masse, welche bei näherer Untersuchung sich als eine Anzahl kleiner, eingetrockneter Rundwürmer erweist, die sich bei Anfeuchtung wieder beleben. Wenn solche, sogenannte „Gichtkörner" mit gesunden Körnern zusammen ausgesäet werden, verlassen die Rundwürmer jene, steigen an den jungen keimenden Weizenpflanzen hinauf, an welchen man sie zwischen den Blattscheiden antrifft; zuletzt bohren sie sich in die Fruchtknoten ein, in welchen sie geschlechtsreif werden und ihre Eier ablegen; aus diesen entwickeln sich die Jungen, welche in den durch Umbildung der Fruchtknoten entstandenen „Gichtkörnern" angetroffen werden.

b) *Heterodera Schachtii,* Rübenälchen, verursacht die sogenannte Rübenmüdigkeit. Die Larve bohrt sich in die feineren Wurzeln der Runkelrübe (und verschiedener anderer Pflanzen) ein und entwickelt sich hier zur Geschlechtsreife. Die reifen Weibchen, welche sich durch ihre kurze, citronenförmige Gestalt auszeichnen, stecken mit dem hinteren Theil ihres Körpers aus der Wurzel heraus, indem die Wurzel-Oberhaut durch sie gesprengt wird; die langgestreckten Männchen bohren sich dagegen ganz aus den Wurzeln hervor und suchen die Weibchen zur Begattung auf. Das befruchtete Weibchen wird zuletzt (Fig. 125), indem die Organe zerfallen, zu einer mit Larven und Eiern gefüllten Brutkapsel, welche schliesslich von der Wurzel abfällt.



Fig. 125. *Heterodera Schachtii,* Weibchen an einer Wurzelfaser hängend. Vergr. — Orig.

c) *Anguillula aceti,* Essigälchen, lebt in saurem Kleister und in Essig.

2. Classe. **Kratzer** (*Acanthocephali*).

Der Körper ist cylindrisch, gestreckt, oft quergerunzelt, ziemlich fest. Am vorderen Ende befindet sich ein Fortsatz, der sogenannte Rüssel, welcher aus- und eingestülpt werden kann und mit mehreren Querreihen nach hinten gerichteter Chitinhaken besetzt ist; der übrige Körper ist meistens glatt. In der Haut findet sich ein eigenthümliches, netzförmiges Gefässsystem, welches sich auf zwei im vorderen Theil der Leibeshöhle befindliche, von der Körperwand entspringende längliche Körper (die sogenannten Lemnisken) fortsetzt. Ein Darmkanal fehlt völlig; die Nahrung wird durch die Oberfläche aufgesogen, und das Gefässsystem und die Lemnisken führen wahrscheinlich die von der Haut aufgenommene Nahrungsflüssigkeit weiter in den Körper hinein. Das Nervensystem ist durch einen im vordersten Theil des Körpers (am Grunde des Rüssels) gelegenen Nervenknoten vertreten, von welchem Nervenstämme nach vorn und nach hinten gehen. Sinnesorgane fehlen. Die Kratzer besitzen einen Excretionsapparat, welcher demjenigen der Plattwürmer ähnlich, namentlich mit ähnlichen Endästen versehen ist; er mündet in den Eileiter, resp. den Samenleiter aus[1]). Beim

1) Die Excretionsorgane verbreiten sich nicht wie bei den Plattwürmern im ganzen Körper, sondern sind auf einen kleinen Raum beschränkt.

Weibchen findet man Eier von verschiedener Entwicklungsstufe frei in der Leibeshöhle; es ist nur ein Eileiter vorhanden, welcher in der Hauptsache (er hat einen etwas complicirten Bau) [1]) ein an beiden Enden offener Schlauch ist, dessen vordere Oeffnung die Eier auffängt; die hintere Oeffnung ist die Ausfuhröffnung, welche am Hinterende des Körpers sich befindet. Das Männchen, welches gewöhnlich kleiner ist als das Weibchen, besitzt zwei Hoden, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinsamen Samenleiter vereinigen, in welchen einige Drüsen münden und welcher sich mit einem ziemlich weiten ausstülpbaren Sack am Hinterende des Körpers öffnet.

Die Kratzer, welche sämmtlich zu einer Gattung, *Echinorhynchus*, gestellt werden, leben im erwachsenen Zustande im Darmkanal von Wirbelthieren, mit dem Rüssel in der Schleimhaut befestigt, und ernähren sich vom Darminhalt. Von Interesse ist ihre Entwicklung. Die Eier des im Darm verschiedener Süsswasserfische lebenden *E. proteus* (eines derjenigen Kratzer, deren Lebensgeschichte am besten bekannt ist) gehen mit den Excrementen der Fische ab und werden von einem kleinen Krebsthier (*Gammarus pulex*) verzehrt, in dessen Darmkanal dann aus jedem Ei eine längliche Larve ausschlüpft; diese besitzt an ihrem Vorderende einen aus etwa 10 Stacheln bestehenden Bohrapparat (vergl. Fig. 127), vermittels dessen sie sich durch die Darmwand in die Leibeshöhle des Krebses einbohrt, in welcher sie dann umherwandert, wächst und allmählich die Form des ausgebildeten Kratzers annimmt. Wenn der Krebs von einem Fisch gefressen wird, so kommt der Kratzer in den Darmkanal des letzteren und wird hier geschlechtsreif. — Der Riesenkratzer (*E. gigas*), dessen ♀ eine Länge von 50 cm erreichen kann (♂ bis 9 cm), lebt als erwachsenes Thier im Darm des Schweines, als Larve in den Larven des Rosenkäfers (*Cetonia aurata*) und anderer Blatthornkäfer.

Fig. 126.

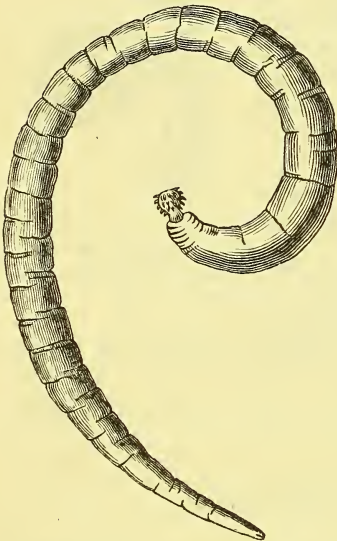


Fig. 127.

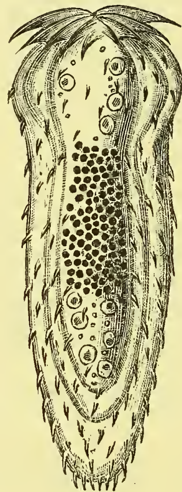


Fig. 126. Ein Kratzer (*Echinorhynchus*). — Nach Leuckart.
Fig. 127. Larve eines Kratzers. — Nach Kaiser.

---

1) Bemerkenswerth ist es, dass der Eileiterschlauch eine seitliche Oeffnung besitzt, durch welche die unreifen, von der vorderen Oeffnung aufgenommenen Eier wieder in die Leibeshöhle hinauspassiren, während die reifen Eier durch den Schlauch weiter wandern.

5. Kreis. **Gliederwürmer** (*Annelida*).

Der langgestreckte, bilateral-symmetrische Körper besteht aus einer Anzahl Glieder oder Segmente, welche äusserlich durch Einschnürungen gesondert sind; die Segmente haben äusserlich und innerlich bis zu einem gewissen Grade denselben Bau, wenn sie auch nie alle gleich gebaut sind, indem das vorderste (oder mehrere der vordersten) und das hinterste immer abweichend sind; häufig sind auch sonstige Unterschiede der Segmente vorhanden, doch bewahren sie andererseits durchgängig selbst bei bedeutender Verschiedenheit gewisse gemeinsame Züge.

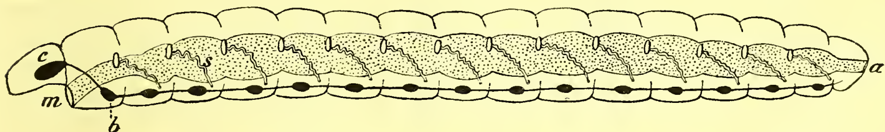


Fig. 128. Gliederwurm von der Seite gesehen; Schema des Darmkanals, des Nervensystems und der Segmentalorgane. *m* Mund, *a* After, *c* Gehirn, *b* Bauchganglion, *s* Segmentalorgan. — Orig.

Eine dünne Cuticula bekleidet den Körper. Die Mundöffnung findet sich dicht am vorderen Ende; der aus mehreren Abschnitten bestehende Darmkanal durchzieht gewöhnlich den Körper ohne Windungen, während er nicht selten mit seitlichen Ausstülpungen ausgestattet ist; der After befindet sich am hinteren Körperende. Die centralen Theile des Nervensystems (Fig. 129) bestehen aus einem doppelten Ganglion oberhalb des vorderen Endes des Darmkanals, dem Gehirn, und zwei von diesem ausgehenden Nervenstämmen, welche zunächst den Munddarm umfassen und dann neben einander unterhalb des Darmkanals, an der Bauchwand des Körpers entlang, verlaufen; in jedem Segment schwellen die Stämme zu je einem Ganglion an; die beiden Ganglien eines Segmentes sind durch eine längere oder kürzere Quercommissur verbunden. Die beiden Nervenstämme sind öfters einander dicht angelagert oder gar verschmolzen, in welchen Fällen auch die Ganglien jedes Paares innig vereinigt sind. Bei Verschmelzung mehrerer auf einander folgender Segmente rücken die zugehörigen Ganglien ebenfalls zusammen und verschmelzen dann öfters mit einander. Vom Gehirn und von den genannten Bauchganglien gehen zu den entsprechenden Segmenten Nerven ab. Von Sinnesorganen sind die häufig vorhandenen Fühlfäden (Tentakel etc.) und die Augen hervor-

zuheben; letztere, welche meistens einen einfachen Bau und eine geringe Grösse besitzen, finden sich besonders am vorderen Körperende, zuweilen aber auch an anderen Segmenten. Seltener sind Gehörblasen vorhanden. Das Gefässsystem (Fig. 130) ist gewöhnlich sehr wohlentwickelt; in der Regel findet sich ein Längsstamm an der Rückenseite, das Rückengefäss, und ein ähnlicher an der Bauchseite, das Bauchgefäss, welche durch quere Gefässbogen mit einander verbunden sind. Das Rückengefäss — zuweilen auch einige der Querbogen — pulsirt und fungirt somit als Herz; der Blutstrom ist im Rückengefäss von hinten nach vorn, im Bauchgefäss umgekehrt gerichtet. Von den genannten Gefässen gehen feinere Aeste zu verschiedenen Theilen, zum Darm etc., auch zu den Kiemen, wenn solche vorhanden sind. Die Blutflüssigkeit ist meistens gefärbt (in der Regel roth, bisweilen gelb oder grün). Das Gefässsystem ist bei einigen (Borstenwürmern) völlig von der eine besondere, farblose Flüssigkeit enthaltenden Leibeshöhle getrennt; letztere ist durch Querscheidewände (Dissepimente), welche den Einschnürungen zwischen den Segmenten entsprechen, in Abschnitte getheilt, von denen einer auf jedes Segment fällt. In anderen Fällen, z. B. bei den Egeln, steht dagegen das Gefässsystem mit der Leibeshöhle in Zusammenhang, welch letztere übrigens bei den Egeln von geringem Umfange und in mehrere zu gefässähnlichen Blutbehältern umgebildete Theile gesondert ist. Bei einigen Gliederwürmern (gewissen Borstenwürmern) fehlt ein Gefässsystem völlig. In den meisten Seg-

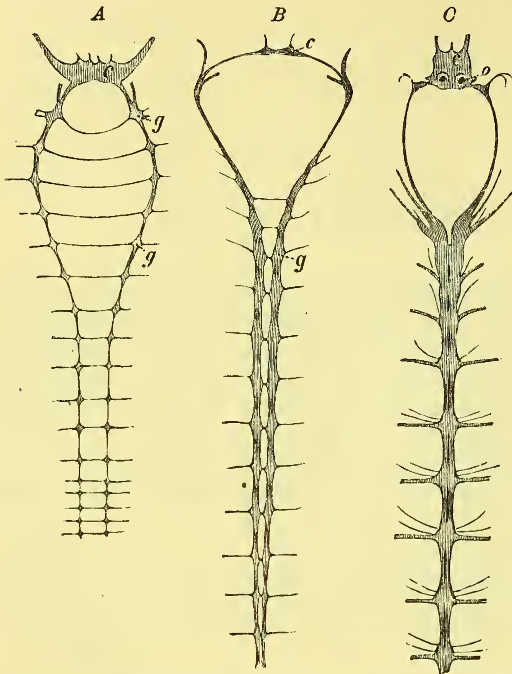


Fig. 129. Nervensystem verschiedener Borstenwürmer (*B Serpula*, *C Aphrodite*). *c* Gehirn. *g* Bauchganglien, *o* Auge. — Nach Quatrefages.

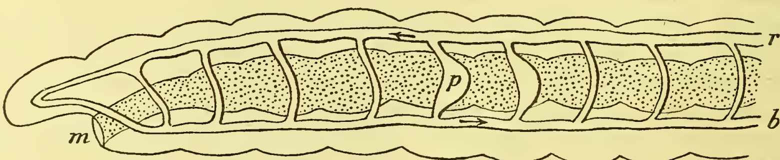


Fig. 130. Vorderer Theil eines Gliederwurms mit eingezeichnetem Darmkanal und Gefässsystem. Schema. *m* Mund, *r* Rückengefäss, *b* Bauchgefäss, *p* pulsirender Querbogen. — Orig.

menten ist ein Paar sogenannter Segmentalorgane vorhanden, meistens stark gewundene, an beiden Enden offene Drüsenkanäle, die in der Leibeshöhle mit einem bewimperten, trichterförmig erweiterten Theile, dem Wimpertrichter, ihren Anfang nehmen und unten auf der Seite ausmünden (bei den Borstenwürmern am Grunde des Bauchfusses); öfters ist der äusserste, der Mündung zunächst liegende Theil der Segmentalorgane blasenförmig angeschwollen. Diese Organe sind die Excretionsorgane der Gliederwürmer[1]), sie dienen aber auch öfters dem Thiere in anderweitiger Weise, namentlich als Ausführungsgänge für Eier und Samen. Die Geschlechtsorgane verhalten sich sehr verschieden (vergl. unten); einige Gliederwürmer sind getrennt-geschlechtlich, andere hermaphroditisch.

Die Gliederwürmer schliessen sich in manchen Beziehungen ziemlich eng an die Nemertinen an, von welchen sie wahrscheinlich abzuleiten sind. Denkt man sich, dass die beiden seitlichen Längsnervenstämme der Nemertinen auf die Bauchseite hinab und einander nahe gerückt sind, und dass dieselben an den Abgangsstellen der Seitennerven mit Anschwellungen ausgestattet worden sind, so haben wir in der Hauptsache das Nervensystem der Gliederwürmer. Das Rückengefäss der Nemertinen entspricht völlig dem der Gliederwürmer, die seitlichen Längsgefässe der Nemertinen sind bei den Gliederwürmern zum Bauchgefäss verschmolzen, die bogenförmigen Quergefässe sind in beiden Abtheilungen in gleicher Weise vorhanden. Manche Gliederwürmer besitzen zwei Wimpergruben, welche denen der Nemertinen entsprechen. Von grossem Interesse ist es auch, dass manche Gliederwurmlarven mit einem provisorischen Excretionsapparat, den sog. Urnieren, versehen sind, welche jedenfalls bei manchen Borstenwurmlarven mit ganz ähnlichen geschlossenen Endästen ausgestattet sind wie der dauernde Excretionsapparat der Plattwürmer und ohne Zweifel diesem entspricht. — Durch die Gliederung des Körpers, durch die eigenthümlichen Segmentalorgane, durch die Ausbildung einer Leibeshöhle etc. sind aber andererseits bedeutsame Unterschiede allen Plattwürmern gegenüber bezeichnet.

1. Classe. **Borstenwürmer** (*Chaetopoda*).

Der Körper ist durch deutliche Einschnitte in eine grössere Anzahl Glieder getheilt. Wenn man von dem letzten und den ersten Gliedern absieht, trägt jedes Glied gewöhnlich vier sogenannte Borstenfüsse oder Fussstummel (*Parapodia*), zwei an jeder Seite (Fig. 133). Letztere sind kurze Fortsätze von verschiedener Form, welche je ein Bündel Chitinborsten enthalten, die in tiefen, sackförmigen Einstülpungen der Haut stecken; die Borsten sind Cuticulargebilde, welche von einer grossen Zelle am Boden der Einstülpung ausgeschieden sind; durch Muskeln, welche sich am unteren Ende der Borstensäcke anheften, können die Borstenbündel bewegt werden. Die Borsten haben verschiedene, oft zierliche Formen; zuweilen ist der äusserste Abschnitt von dem schaftartigen Hauptheil gesondert und mit ihm beweglich verbunden; oft ist die Spitze hakenförmig gebogen, oder der Endabschnitt kann kammförmig sein etc.; die Borsten können sehr lang sein,

1) Bei einigen Borstenwürmern scheiden auch die Zellen des Leibeshöhlen-Epithels Excretionsstoffe aus, welche wahrscheinlich von den Trichtern der Segmentalorgane aufgenommen und durch letztere nach aussen geführt werden.

so dass sie als lange, dünne Haare erscheinen, oder sie sind sehr kurz etc. In jedem Borstenbündel befindet sich bei sehr vielen Borstenwürmern eine eigenthümlich entwickelte, dicke und steife, oft dunkelgefärbte Borste, welche weit tiefer als die übrigen eingepflanzt ist, die Stütznadel (*Aciculum*). Sehr häufig sind die beiden Borstenfüsse

Fig. 131.

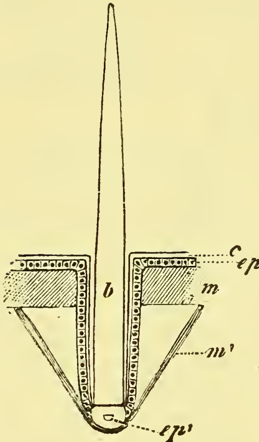


Fig. 132.

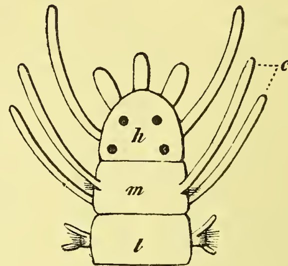


Fig. 131. Schematischer Schnitt durch die Haut eines Borstenwurms. *c* Cuticula, *ep* Oberhaut; *ep'* Oberhautzelle, welche die Borste, *b*, ausscheidet; *m* Muskelschicht, *m'* Muskel zu dem unteren Ende des Borstensackes. — Orig.

Fig. 132. Vorderes Ende eines Borstenwurms (Schema). *h* Kopflappen, *m* Mundsegment mit *c*, den Tentakelcirren; *l* das folgende Segment. — Orig.

derselben Seite entweder in ihrer ganzen Länge oder nur an der Basis mit einander verwachsen, so dass scheinbar nur ein Borstenfuss jederseits vorhanden ist; jeder hat aber, selbst wenn sie derartig verwachens sind, sein Borstenbündel und seine Stütznadel. In anderen Fällen ist

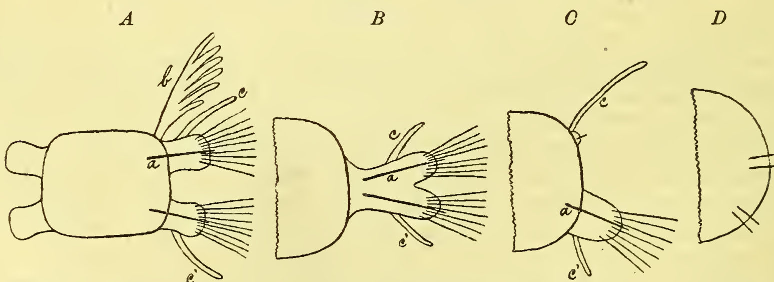


Fig. 133. Schematische Querschnitte verschiedener Borstenwürmer. In *B* sind der obere und untere Borstenfuss verwachsen, in *C* ist der obere (mit Ausnahme des Cirrus) rudimentär, in *D* (Regenwurm) sind die Borstenfüsse nur von je zwei Borsten repräsentirt. *a* Stütznadel, *g* Kieme, *c* Rücken-, *c'* Bauchcirrus. — Orig.

der obere Fuss, der Rückenfuss, rudimentär oder fehlt ganz. Zuweilen sind die Borstenfüsse gelappt, gross und kräftig entwickelt; in anderen Fällen sind sie ganz niedrige Hautwarzen oder fehlen als besondere Fortsätze ganz und sind nur durch die zugehörigen Borstenbündel dar-

gestellt, welche dann direct der Körperwand eingepflanzt sind (wie z. B. bei den Regenwürmern). Sehr selten kommt es vor, dass die Fussstummel zwar vorhanden, aber borstenlos sind; bei einigen Formen fehlen an einigen Segmenten Borstenfüsse vollständig. Von der oberen Seite des Rückenfusses und von der unteren des Bauchfusses entspringt am Grunde häufig ein fühlerartiger Anhang, der Rückencirrus resp. der Bauchcirrus; bei gewissen Formen sind die Rückencirren an einigen oder allen Segmenten zu grossen, den Rücken überdeckenden Blättern umgebildet.

Die beiden vordersten Segmente verhalten sich abweichend. Das erste Segment, der Kopflappen, welches über die Mundöffnung hervorragt, besitzt keine Borstenfüsse, sondern eine Anzahl (meistens 1—9, bei manchen Röhrenwürmern eine weit grössere Anzahl, bei zahlreichen anderen Borstenwürmern dagegen gar keine) meistens fadenförmige Anhänge, sogenannte Palpen und Tentakel. Das zweite Segment, das Mundsegment, welches meistens die Mundöffnung trägt (zuweilen ist diese übrigens weiter nach hinten gerückt), ist jederseits mit einem rudimentären Borstenfuss ausgestattet, welcher wenige oder keine Borsten trägt, während ihm dagegen ein oder zwei wohlentwickelte, nach vorn gerichtete Cirren, die sogenannten Tentakelcirren, angefügt sind. Mit dem Mundsegment, dessen Anhänge übrigens ebenso wie die des Kopflappens ganz fehlen können, sind häufig ein oder mehrere der folgenden Segmente innig verbunden, und die Borstenfüsse und Cirren der letzteren sind dann denjenigen des Mundsegmentes mehr oder weniger ähnlich. Häufig sind das Mundsegment und die folgenden Segmente stark zusammengeschoben und schwierig zu unterscheiden. — Das letzte Körpersegment ist borstenlos und häufig mit zwei langen Anhängen, den Analcirren, ausgestattet.

Die Haut ist mit einer dünnen, zusammenhängenden Cuticula bedeckt, trägt aber trotzdem häufig an begrenzten Stellen Wimperhaare. Die Haut mit den unterhalb derselben befindlichen Muskelschichten bildet einen kräftigen Hautmuskelschlauch, welcher eine geräumige Leibeshöhle umschliesst; letztere ist sehr häufig durch quere Scheidewände (Dissepimente), welche den Einschnitten zwischen den Segmenten entsprechen, in eine Reihe von Kammern getheilt. Diese Scheidewände, welche natürlich von Darmkanal und Blutgefässen durchbohrt werden, sind ausserdem von Löchern durchbrochen, so dass die in der Leibeshöhle enthaltene Flüssigkeit hindurchpassiren kann; zuweilen sind die Scheidewände durch Fäden ersetzt, welche von der Leibeswand an den Darmkanal gehen.

Der vorderste Abschnitt des Darmkanals ist gewöhnlich ein musculöser Schlund, welcher rüsselartig vorgestülpt werden kann; er ist häufig mit Chitinzähnen oder -haken in grösserer oder kleinerer Anzahl versehen. Der übrige Theil des Darmkanals ist meistens ein gerader Schlauch mit Einschnürungen an den Stellen, wo er durch die Scheidewände hindurchtritt, seltener ist er gewunden, bei einigen kurzen Formen („Seeraupen") ist der gerade Darm mit einer doppelten Reihe von Blindsäcken ausgestattet. Der After hat in der Regel seinen Platz an der hinteren Spitze des Körpers.

Die Augen, welche übrigens bei vielen Borstenwürmern fehlen, gehören den in Fig. 20, 5—6 abgebildeten Typen an; sie finden sich gewöhnlich in einer Anzahl von 2 oder 4 auf dem Kopflappen, bei gewissen Röhrenwürmern aber an den fadenförmigen Anhängen des

Kopflappens, bei einzelnen anderen Formen an mehreren der Körpersegmente. — Ein Paar (oder mehrere Paare) Gehörblasen finden sich bei einigen (z. B. beim Sandwurm) in der Nähe des Gehirns.

Kiemen von verschiedener Form — büschel-, kamm-, fadenförmig — sind bei einem Theil der Borstenwürmer an einer grösseren oder kleineren Anzahl von Segmenten vorhanden, auf jedem Segment ein Paar; sie haben ihren Platz auf der Rückenseite, an der Basis des Rückenfusses. Bei vielen Röhrenwürmern (Serpula u. a.) fungiren die auf dem Kopflappen sitzenden Fäden zugleich als Kiemen. Die Mehrzahl der Borstenwürmer besitzt aber keine besonderen Athmungsorgane.

Die Geschlechtsorgane verhalten sich sehr verschieden bei den beiden Hauptabtheilungen, in welche die Borstenwürmer getheilt werden: den Polychäten und den Oligochäten. Die ersteren sind fast immer getrennten Geschlechts; Eier und Samenkörperchen werden bei ihnen an der Innenseite der Körperwand oder an den Scheidewänden, in der Regel in einer grösseren Anzahl von Segmenten gebildet, so dass sie also viele Eierstöcke oder Hoden besitzen, welche übrigens nicht als wohl begrenzte Organe, sondern nur als verdickte Stellen der Wand erscheinen; die Eier und der Samen fallen in die Leibeshöhle und werden durch die Segmentalorgane ausgeführt. Die Oligochäten sind dagegen hermaphroditisch, und die Eierstöcke und Hoden, welche abgegrenztere Organe sind, finden sich nur in wenigen Segmenten, ein Paar in jedem Segment; von Eierstöcken findet sich im Ganzen nur ein Paar, von Hoden ein oder zwei Paare. Die Oligochäten sind ferner dadurch abweichend, dass Eier und Samen von besonderen Kanälen ausgeführt werden, welche sich übrigens ebenso wie die Segmentalorgane mit einem Wimpertrichter in die Leibeshöhle öffnen; in denselben Gliedern sind aber ausserdem Segmentalorgane vorhanden, und jene Kanäle stellen somit wohl nicht Segmentalorgane dar. Statt der Eileiter ist bei einigen Oligochäten nur ein Paar Spalten der Körperwand vorhanden.

Bei den Regenwürmern (Fig. 134) entwickeln sich die Samenkörperchen nicht bis zur Reife in den Hoden selbst, sondern die Zellen, aus welchen sie gebildet werden, lösen sich von den Hoden ab und werden in eine Anzahl besonderer, an der inneren Körperwand angebrachter Säcke (Samenblasen) aufgenommen, welche mit je einer kleinen Oeffnung in die Leibeshöhle münden; hier wandeln sie sich zu Spermatozoën um. Bei einigen Regenwürmern finden sich ähnliche Behälter auch für die Eier. — Bei den Regenwürmern (und anderen Oligochäten) sind ferner einige Säcke (Samentaschen) vorhanden, welche auf der Oberfläche des Thieres, aber nicht in die Leibeshöhle, münden, und welche während der wechselseitigen Begattung den Samen von dem anderen Individuum aufnehmen.

Bezüglich des Nervensystems, des Gefässsystems und des Excretionsapparates sei auf das über die Gliederwürmer im Allgemeinen Mitgetheilte hingewiesen.

Die Entwicklung der Polychäten ist mit einer ausgeprägten Metamorphose verbunden, welche den Oligochäten abgeht. Die Polychätenlarven sind frei schwimmende, mit Wimperhaaren ausgestattete Thiere; das Wimperkleid ist bei einigen über den ganzen Körper gleichmässig verbreitet; bei anderen findet sich ein starker Wimperreif an dem oft scheibenförmig verbreiterten Vorderende, öfters ausserdem einer am Hinterende; oder es ist eine grössere Anzahl Wimperreifen vorhanden, etc. Der Larvenkörper ist anfangs kurz, Borstenfüsse sind keine oder

wenige vorhanden: dann streckt er sich etwas in die Länge, theilt sich in einige wenige, mit Borstenfüssen ausgestattete Segmente; allmählich wird die Länge bedeutender, die Anzahl der Segmente und der Borstenfüsse grösser. Zuweilen sind bei Gliederwürmern, denen als Erwachsenen Augen und Gehörblasen abgehen, solche im Larvenzustande vorhanden.

Fig. 134.

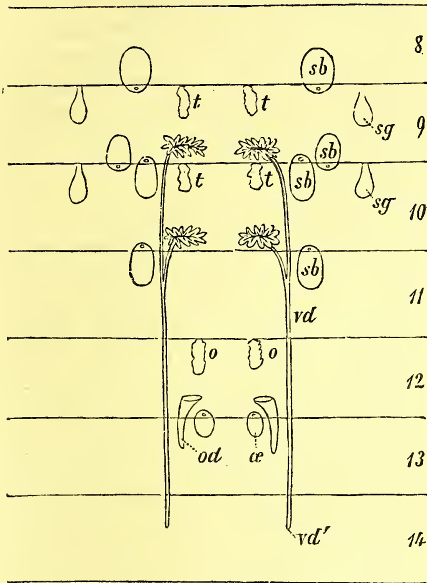


Fig. 135.

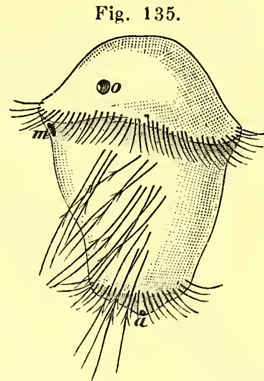


Fig. 134. Schematische Darstellung des Geschlechtsapparats eines Regenwurms; das Thier ist in der Mittellinie des Rückens aufgeschnitten und ausgebreitet. 8—14 achtes bis vierzehntes borstentragendes Segment, *o* Eierstock, *od* Eileiter, *sb* Samenblase, *sg* Samentasche, *t* Hoden, *vd* Samenleiter, *vd′* dessen äusseres Ende, *œ* Eierbehälter. Die Querlinien deuten die Scheidewände an. — Orig.

Fig. 135. Larve von *Nereïs*. *a* After, *m* Mund, *o* Auge. — Nach Götte.

Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung kommt bei einer nicht geringen Anzahl Borstenwürmer beider Hauptgruppen vor. In einzelnen Fällen findet eine einfache Quertheilung statt; das Thier theilt sich quer durch in zwei ungefähr gleich grosse Theile, von welchen der hintere vor der Trennung an seinem vorderen Ende einen neuen Kopflappen, eine Mundöffnung etc. bildet, während der vordere ein neues Hinterende erhält. In anderen Fällen haben wir es mit einer Sprossung zu thun: das hinterste Segment oder eine Anzahl der hinteren Segmente strecken sich in die Länge und entwickeln sich zu einem neuen Individuum, welches sich nachher vom mütterlichen Individuum abtrennt. Zuweilen fängt das letztere schon vor der Ablösung des neuen Individuums an, aus seinem jetzigen Hinterende ein zweites neues Individuum zu erzeugen (vor dem erstgebildeten), was sich wiederholen kann, so dass wir Ketten bekommen, welche aus einem vordersten Mutterindividuum und mehreren Knospen bestehen, von denen die hinterste die älteste und längste, die der Mutter zunächst sitzende die jüngste ist (Fig. 136). Es ist übrigens leicht einzusehen, dass eine scharfe Grenze zwischen Theilung und Knospung bei

den Borstenwürmern nicht gezogen werden kann; in beiden Fällen wird eine Anzahl der hinteren Glieder des ursprünglichen Individuums zu einem neuen Individuum; im ersteren Fall geht eine grössere Anzahl Segmente in das neue Thier über, im letzteren Fall eine geringere Anzahl oder ein einziges. Bei einigen Borstenwürmern hat man gefunden, dass die Sprossen erzeugenden Individuen keine Geschlechtsstoffe entwickeln, während dies bei den durch Sprossung erzeugten der Fall ist, so dass wir in diesem Fall einen regelmässigen Generationswechsel haben; in anderen Fällen werden aber beide Sorten von Individuen geschlechtlich.

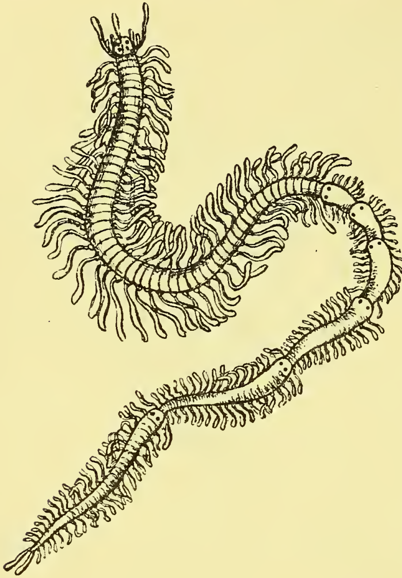


Fig. 136. Kettenbildender Borstenwurm (*Myrianida fasciata*), mit sehr langen Rückencirren. — Nach H. Milne Edwards.

Die meisten Borstenwürmer leben im Meere, wo sie grösstentheils auf dem Grunde umherkriechen oder in den weichen Boden eingebohrt sind [1]); andere (Oligochäten) leben in ähnlicher Weise in Süsswasser oder in feuchter Erde. Manche, welche gewöhnlich auf dem Grunde leben, sind jedoch auch im Stande, mittels schlängelnder Bewegungen im Wasser zu schwimmen; dagegen sind verhältnissmässig wenige echt pelagische Formen, welche ähnlich wie andere pelagischen Thiere wasserhell durchsichtig und mit für Anneliden riesigen Augen ausgestattet sein können. — Ziemlich viele Borstenwürmer umgeben sich mit einer Röhre, welche in vielen Fällen aus fremden Theilen besteht, Schlamm, Thon, Sand, Steinchen, kleineren oder grösseren Fragmenten von Schnecken- und Muschelschalen, Rhizopodenschalen etc., welche durch das Secret gewisser Hautdrüsen zusammengekittet werden; die einzelnen Theilchen sind entweder mehr unregelmässig verbunden oder zierlich, mosaikartig an einander gefügt. Manchmal ist das Thier von einer chitinartigen, von den Hautdrüsen abgesonderten Röhre umgeben, welcher fremde Körper angeklebt sind; in anderen Fällen besteht die Röhre ausschliesslich aus dem erhärteten Secrete der Hautdrüsen und ist dann entweder chitinartig oder kalkig. Die Röhre verlängert sich in dem Maasse, wie das Wachsthum des Thieres fortschreitet; an den Kalkröhren kann man ebenso wie an Schneckenschalen die Zuwachslinien deutlich erkennen. Die Röhren sind entweder fremden Gegenständen angeheftet oder liegen frei; selten ist das Thier im Stande, die Röhre mit sich zu schleppen. — Einige Borstenwürmer, welche mit kräftigen Schlundzähnen ausgestattet sind, führen eine räuberische Lebensweise,

1) Einzelne Arten vermögen sich sogar — in welcher Weise ist nicht festgestellt — in Felsen, Steine oder Schalen einzubohren.

andere ernähren sich von Algen; manche sind Schlamm- und Erdfresser, ernähren sich von den im Schlamm, Sand oder in der Erde enthaltenen organischen Theilen.

1. Ordnung. **Polychäten** (*Polychaeta*).

Die Kopflappen und das Mundsegment gewöhnlich mit Anhängen (Cirren etc.); Augen häufig vorhanden. Die Borsten sitzen in wirklichen Fussstummeln, welche häufig mit Cirren ausgestattet sind. Kiemen können vorhanden sein. Getrennten Geschlechts (mit einzelnen Ausnahmen). Metamorphose. Leben im Meere.

Als Beispiele dieser reichen Abtheilung führen wir folgende Formen an:

1. Die Nereïden (*Nereïs*) haben eine sehr gestreckte Körperform. Der Kopflappen ist mit 4 kleinen Augen ausgestattet. Rücken- und Bauchfuss der Körperringe sind mit einander verschmolzen; Kiemen fehlen. Der Rüssel besitzt ein Paar starker Chitinkiefer. Eine Art dieser Gattung (*N. diversicolor*) ist in der Nord- und Ostsee häufig am Strande, wo sie kriechend, schwimmend oder in den Sand eingebohrt angetroffen wird.

2. Die Seeraupen (*Polynoïdae*), deren Körper meistens im Verhältniss zu demjenigen anderer Borstenwürmer sehr kurz und breit ist, zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die Rückenseite von einer verschiedenen Anzahl grosser, schuppenartiger Hautplatten überdeckt ist; diese Schuppen sind umgebildete Rückencirren und nur an einigen Segmenten vorhanden, während die übrigen Körpersegmente mit Rückencirren von gewöhnlicher Form ausgestattet sind. Kiemen fehlen. Hierher gehören: *Polynoë squamata* mit rauhen, höckerigen Rückenplatten, in der Nordsee und in der westlichen Ostsee sehr häufig. Ferner die Seemaus (*Aphrodite aculeata*), deren Rückenschuppen von sehr langen, filzartigen, den Rückenfüssen angehörigen Borsten bedeckt sind, welche wie eine verfilzte Wergschicht über den Rücken ausgedehnt ist; andere Rückenborsten sind dünne, metallglänzende Haare und wieder andere steife, dicke, dunkle Stacheln. In der Nordsee.

3. Der Sandwurm (*Arenicola piscatorum*). Der vordere Theil des cylindrischen Körpers etwas angeschwollen, Haut rauh, Kopflappen und Mundsegment ohne Anhänge, Augen fehlen. Rücken- und Bauchfuss getrennt, kurz; letzterer ist ein niedriger Querwall mit wenig hervorstehenden Hakenborsten; beide ohne Cirren. Kiemen sind nur am mittleren Theil des Körpers vorhanden, hier aber wohlentwickelt. Am hinteren Drittel des Körpers fehlen die Borstenfüsse. Der Rüssel ohne Zähne. Der Sandwurm lebt in den Sand eingegraben dicht am Strande; er verschluckt den Sand wegen der in demselben enthaltenen organischen Theile, die Excremente werden oben auf dem Boden abgelegt. Sehr häufig in der Nord- und Ostsee (wird als Fischköder verwendet).

4. Die Kalkröhrenwürmer (*Serpula*) leben in festsitzenden Kalkröhren, welche entweder unregelmässig geschlängelt oder spiralig gewunden sind. Aus der Röhre steckt das Thier, wenn es ungestört ist, eine grosse Anzahl von langen, mit je einer doppelten Reihe feiner Seitenäste ausgestatteten Fäden hervor, welche in zwei Gruppen auf dem Kopflappen angebracht sind; die genannten federförmigen Fäden fungiren theils als Kiemen, theils treiben die an denselben vorhandenen Wimperhaare mikro-

skopische Organismen in den Mund hinein. Einer der Fäden ist besonders kräftig, ohne Seitenäste und mit einem kalkigen Deckel von verschiedener Form am Ende versehen. Wenn das Thier gestört wird, zieht es sich sammt dem ganzen Fadenbüschel in die Röhre zurück, und der Deckel passt dann in die Oeffnung der Röhre. Am vorderen Theil des Thieres sind die Rückenfüsse mit Haarborsten, die Bauchfüsse mit Hakenborsten versehen, während am grösseren hinteren Theil des Körpers das Umgekehrte der Fall ist. Mehrere Arten in der Nordsee auf Seepflanzen, Steinen etc.

2. Ordnung. **Oligochäten** (*Oligochaeta*).

Der Kopflappen und das Mundsegment fast immer ohne Anhänge. Die Borstenfüsse sind nur durch die Borstenbündel vertreten (in jedem Bündel nur wenige Borsten); keine Cirren. Kiemen fehlen. Hermaphroditen. Keine Metamorphose.

Die Oligochäten leben mit wenigen Ausnahmen im Süsswasser oder in der Erde. Im Vergleich mit den Polychäten ist es eine an Arten ziemlich arme Abtheilung.

1. Die Regenwürmer (*Lumbricus*) haben einen gestreckten, cylindrischen, vorn zugespitzten Körper. Die Segmente sind mit je 4 Borstenbündeln ausgestattet, in jedem Bündel sind aber nur 2 Borsten vorhanden. Augen fehlen. Etwas vor der Mitte befindet sich eine, mehrere Segmente umfassende, verdickte Hautpartie, der Gürtel (*Clitellum*), welcher eine grosse Anzahl Drüsen enthält, deren zähes Secret die Individuen während der Begattung zusammenhält und vielleicht auch die Cocons bildet, in welchen die abgelegten Eier eingeschlossen sind (in jedem Cocon eine Mehrzahl von Eiern). Der Schlund ist nicht ausstülpbar und Kiefer fehlen. — Die Regenwürmer leben in verschiedenen Arten in der Ackererde, in welcher sie Gänge bohren und welche sie fressen; ausserdem verzehren sie auch abgestorbene Pflanzentheile, deren Auflösung sie befördern, indem sie dieselben in ihre Röhren hineinziehen und mit einer speichelartigen Flüssigkeit übergiessen. Die Excremente werden grösstentheils auf der Erdoberfläche abgelegt, wohin die Regenwürmer sich wesentlich nur Nachts begeben. In strenger Kälte sowie bei sehr starker Hitze verlassen die Regenwürmer die Ackererdschicht und gehen in den Untergrund hinab; hier sind lange, ungefähr senkrechte, mit einer Excrementschicht ausgefütterte Gänge vorhanden, die unten mit einer kleinen Erweiterung versehen sind, in welcher der Regenwurm in einem schlafähnlichen Zustande bis zu 2—3 m unterhalb der Oberfläche liegt. — Durch ihre soeben beschriebene Lebensweise, besonders dadurch, dass sie die Ackererde in ihren Darmkanal aufnehmen und dieselbe wieder auf der Oberfläche in Form ihrer körnigen Excremente ablegen, tragen die Regenwürmer mehr als irgend welche anderen Thiere zu der natürlichen Bearbeitung der oberen Erdschicht bei und erlangen dadurch eine hervorragende Bedeutung in der Natur. An Stellen, welche z. B. wegen des Mangels eines passenden Feuchtigkeitsgrades von den Regenwürmern verlassen werden, ändert sich die Beschaffenheit der oberen Erdschicht, und sie nimmt einen torfartigen Charakter an; ist dies in einem Walde der Fall, so ist das Resultat, dass die natürliche Verjüngung (durch Selbstaussaat) ausbleibt, und der Wald wird dann, wenn der Mensch nicht eingreift, allmählich zur Haide umgewandelt.

2. Die Naïden (*Naïs*) sind kleine (selten mehr als 1 cm lange), dünne, durchsichtige Würmer, welche meistens mit 2 Augen auf dem Kopflappen ausgestattet sind; die Borstenbündel des Rückens mit langen Haarborsten, die des Bauches mit kürzeren Hakenborsten. Ungeschlechtliche Fortpflanzung findet häufig statt. Leben im Süsswasser zwischen Wasserpflanzen. — Mit diesen verwandt ist der *Tubifex rivulorum,* welcher häufig im Süsswasser gefunden wird, wo er im Schlamme in einer Röhre lebt, aus welcher das röthliche Thier, so lange es ungestört ist, den hinteren Theil des Körpers in schwingender Bewegung hervorgestreckt hält. Häufig finden sich viele Exemplare neben einander, so dass die Oberfläche des Schlammes stellenweise roth gefärbt erscheint; in Folge der leisesten Bewegung des Wassers verschwindet die rothe Farbe, indem die Thiere sich zurückziehen.

Unter dem Namen **Gephyreen** oder Sternwürmer (*Gephyrea*) wird gewöhnlich eine Anzahl wurmartiger Geschöpfe als besondere Classe der Gliederwürmer aufgeführt. Nach Ausscheidung einiger früher zu den Gephyreen gezählten Formen, welche sich als Weichthiere erwiesen haben, sind die noch übriggebliebenen jetzt allgemein als aberrante, eigenthümlich ausgebildete Borstenwürmer erkannt worden. Einige derselben besitzen noch ähnliche Borsten wie die Borstenwürmer, welche aber in geringer Anzahl vorhanden und nicht bündelweise angeordnet sind. Eine äussere Gliederung fehlt durchweg; statt der doppelten Bauchganglienkette ist ein einfacher starker Nervenstrang ohne Ganglienanschwellungen vorhanden, welcher sich vorne in zwei den Munddarm umgreifende Stränge spaltet, die sich mit dem oftmals sehr wenig ausgebildeten Gehirn verbinden. Die Segmentalorgane sind sehr gross, aber nur in geringer Anzahl vorhanden, höchstens 3 Paare, oft nur 1 Paar oder nur ein einziges Segmentalorgan; sie dienen als Ausführungsgänge der an der Wand der Leibeshöhle gebildeten Geschlechtsstoffe. Die Gephyreen sind getrennten Geschlechts. Sie durchlaufen eine ähnliche Metamorphose wie die typischen Borstenwürmer; hervorzuheben ist, dass in einem Jugendstadium zuweilen eine Gliederung des Körpers angedeutet ist. Sie führen eine ähnliche Lebensweise wie die Mehrzahl der anderen Borstenwürmer und gehören alle dem Meere an. — Eine der interessantesten Formen der Gephyreen ist die in verschiedenen europäischen Meeren (z. B. im Mittelmeer) vorkommende *Bonellia viridis.* Das Weibchen dieser Form besitzt am vorderen Ende des kurzen, sackförmigen Körpers einen sehr langen, tentakelähnlichen Kopflappen, dessen vorderes Ende gabelförmig getheilt ist (Körper 5 cm, Kopflappen ausgestreckt 1—2 m lang); nur 2 Borsten, 1 Segmentalorgan. Das zwerghafte Männchen verhält sich ganz anders; es ist 1—2 mm lang, einem Strudelwurm ähnlich, ringsum bewimpert, ohne Mund und After, ohne Kopflappen etc.; es hält sich im Segmentalorgan des Weibchens auf.

2. Classe. Egel (*Discophora*).

Der Körper ist im Allgemeinen etwas abgeplattet, mit scharfen Seitenrändern, seltener cylindrisch. Die Segmente sind äusserlich durch Querfurchen, ein jedes in mehrere kleine Ringel getheilt, so dass die Anzahl der Segmente anscheinend mehrmals grösser ist als in Wirk-

lichkeit (Aehnliches findet man auch bei einzelnen Borstenwürmern). Borstenfüsse und Borsten fehlen immer; mit wenigen Ausnahmen sind auch keine Kiemen vorhanden. Das hintere Ende des Körpers ist zu einem kräftigen Saugnapf umgebildet; um die Mundöffnung herum findet sich ebenfalls eine Haftscheibe, welche bei einigen ebenso wie die hintere napfförmig ist, während sie bei anderen aus einer längeren, gegliederten Oberlippe und einer kürzeren Unterlippe besteht.

Der Darmkanal besteht aus drei Abschnitten, dem Schlund, dem Chylusdarm und dem Enddarm. Bei der einen Hauptabtheilung,

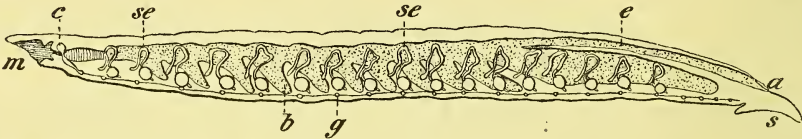


Fig. 137. Darmkanal, Nervensystem und Excretionsorgane eines Egels in den Umriss des Thieres eingezeichnet. *a* After, *b* Darmblindsack, *c* Gehirn, *e* Enddarm, *g* Bauchganglion, *m* Saugnapf, *se* Segmentalorgane. — Nach Leuckart.

den Kieferegeln, ist der Schlund musculös und vorne mit drei hervortretenden chitinisirten Längswülsten, den Kiefern versehen, welche an ihrem scharfen Rand mit Zähnchen ausgestattet sind, so dass sie als kleine Sägen benutzt werden können, um ein Loch in der Haut der Beute hervorzubringen; darauf fängt das Einpumpen der Körperflüssigkeiten der letzteren an, welches durch den Schlund bewerkstelligt wird. Bei der anderen Abtheilung, den Rüsselegeln, ist dagegen am hinteren Ende des dünnwandigen Schlundes eine dünne musculöse Röhre, der Rüssel, festgeheftet, welcher aus der Mundöffnung hervorgestreckt und derartig zugespitzt wird, dass er durch die Haut der Beute eingebohrt werden kann. Der Chylusdarm ist eine weite gerade Röhre, welche fast immer mit einer grösseren oder geringeren Anzahl paariger Blindsäcke versehen ist; die Geräumigkeit des Chylusdarmes und seiner Blindsäcke gestattet dem Thiere eine grosse Menge Nahrung auf einmal aufzunehmen. Der Enddarm ist enger und öffnet sich auf der Rückenseite oberhalb des Saugnapfes.

Eine Anzahl Augen findet sich allgemein am vorderen Ende des Thieres, bei einigen Fischegeln ausserdem noch am Hinterrande des hinteren Saugnapfes.

Die Egel, welche immer Zwitter sind, besitzen zwei längliche oder rundliche Eierstöcke, welche sich mit einem gemeinsamen Ausführungsgang weit vorn auf der Bauchseite öffnen; in den Eileiter münden Eiweissdrüsen. Die rundlichen Hoden sind in grösserer Anzahl vorhanden, es finden sich deren 6—12 Paare, jedes Paar in einem Segment; jederseits verläuft ein langer Samenleiter, in welchen sämmtliche Hoden derselben Seite mit je einem kurzen Gang einmünden; beide Samenleiter

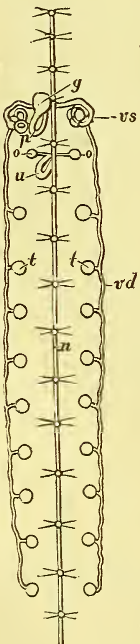


Fig. 138. Geschlechtsorgane eines Egels. *n* Bauchnervenstrang, *o* Eierstock, *u* Eileiter, *t* Hoden, *vd* Samenleiter, *vs* gewundener Theil derselben, *g* Drüsen, *p* Penis. — Nach Spengel.

vereinigen sich zuletzt und münden mit einer unpaaren Oeffnung vor der weiblichen Geschlechtsöffnung. Meistens ist ein Begattungsorgan vorhanden. — Die Eier werden in chitinartigen Kapseln (Cocons) abgelegt, welche meistens je mehrere Eier und Eiweiss umschliessen; die Kapseln, welche von einem erhärteten Secret der Hautdrüsen gebildet sind, haben entweder eine glatte Oberfläche oder sind, wie beim medicinischen Blutegel, von einem schwammigen Ueberzug (erhärtetem schaumartigem Schleim) bedeckt. Wenn die jungen Egel die Cocons verlassen, sind sie den erwachsenen ähnlich.

Jedes Ei ist natürlich von einer Eihülle umgeben, welche bei den Kieferegeln, deren Eier sehr klein sind, früh von dem Embryo gesprengt wird; der junge Egel liegt dann frei im Eiweiss und wächst schnell heran, indem er das Eiweiss verschluckt. Er ist in diesem Stadium sehr von seiner späteren Gestalt abweichend und besitzt mehrere provisorische Organe (einen Schlund, Muskeln etc.), welche zu Grunde gehen und von bleibenden Organen ersetzt werden, ehe das Thier den Cocon verlässt. Der Kieferegel durchläuft somit gewissermaassen eine Metamorphose innerhalb des Cocons. — Bei den Rüsselegeln, deren Eier grösser sind, findet solches nicht statt.

Die Egel, welche in Vergleich mit den Borstenwürmern eine kleine und formenarme Gruppe bilden, sind verhältnissmässig reich im Süsswasser vertreten, doch gehört auch eine bedeutende Anzahl dem Meere an; einige leben auf dem Lande (in den Tropen), andere gehen jedenfalls häufig auf das Ufer hinauf. Sie leben vom Raub oder saugen als temporäre Parasiten das Blut grösserer Thiere; einige sind stationäre Schmarotzer. Sie kriechen in allbekannter Weise mittels der Saugnäpfe umher, sind aber auch im Stande, mittels Biegungen des Körpers zu schwimmen.

1. Kieferegel (*Gnathobdellidae*). Mit Kiefern. Vordere Haftscheibe in eine längere Oberlippe und eine kürzere Unterlippe gesondert. Eier klein; die Jungen durchlaufen eine Art Metamorphose innerhalb des Cocons. Alle im Süsswasser oder auf dem Lande.

a) Der Blutegel (*Hirudo medicinalis*) kommt in verschiedenen Farbenabänderungen an verschiedenen Stellen in Europa im Süsswasser vor (auch in Deutschland). Seine Kiefer sind sehr kräftig, mit spitzen Zähnchen. Die Grundfarbe ist oben schmutzig gelbbraun, die Bauchseite heller, gefleckt; auf der Rückenseite rothe Längsstreifen mit dunkleren Flecken. 10 Augen. Die schwammigen Eierkapseln werden auf dem Lande, am Ufer, abgelegt. — Derselben Gattung gehört der berüchtigte ostindische Landblutegel (*H. ceylonica*) an. — Verwandt ist ferner der dem Blutegel in Gestalt und Grösse ähnliche *Haemopis vorax*, welcher in Südeuropa und Nordafrika einheimisch ist, häufig in die Nasenhöhle, den Schlundkopf und den Kehlkopf verschiedener Säugethiere beim Trinken kommt und zu gefährlichen Zufällen Veranlassung geben kann.

b) Der Pferdeegel (*Aulastomum gulo*), in den süssen Gewässern Deutschlands sehr gemein, ist von ähnlicher Grösse wie der Blutegel; er ist häufig mit dem Haemopis vorax verwechselt worden. Die Kiefer sind weniger ausgebildet als beim Blutegel, der Pferdeegel greift keine Säugethiere an, sondern ernährt sich von Regenwürmern und kleineren Wasserthieren. Er ist grünlichschwarz mit gelbgrüner Bauchseite. 10 Augen. Die Eierkapseln sind denjenigen des Blutegels ähnlich und werden auf dem Lande abgelegt. — Im Süsswasser werden ausserdem

häufig Arten der Gattung *Nephelis* getroffen, welche kleiner und schmäler sind, nur 8 Augen und sehr schwache (nur angedeutete) Kiefer besitzen; die Cocons sind glatt und werden an Wasserpflanzen angeheftet.

2. Rüsselegel (*Rhynchobdellidae*). Mit Rüssel. Vordere Haftscheibe napfförmig. Eier grösser; keine Metamorphose. Im Süsswasser und im Meere.

a) Die Knorpelegel (*Clepsine*), welche häufig im Süsswassergefunden werden, sind kleine, abgeplattete, fast knorpelharte Egel, welche ihre in einem sehr dünnen Cocon eingeschlossenen Eier und die Jungen an der Unterseite ihres Körpers umhertragen; letztere erscheint dann napfförmig ausgehöhlt.

b) Die Fischegel (*Piscicola*), mit cylindrischem Körper und glockenförmigem Saugnapf an beiden Enden, leben als Schmarotzer auf Fischen, die meisten Arten auf Meeresfischen. — Denselben nahe verwandt ist der grosse Rochenegel (*Pontobdella muricata*) mit grossen Hautwarzen, auf Rochen, in der Nordsee.

Anmerk. Zu den Egeln rechnet man gewöhnlich einen kleinen, auf dem Flusskrebs (u. A. an den Kiemen) schmarotzenden Wurm, *Branchiobdella astaci*, welcher sich jedoch in verschiedenen Punkten den Borstenwürmern nähert und von Einigen dieser Abtheilung zugezählt wird. Der Körper ist cylindrisch, der vordere Saugnapf undeutlich, er besitzt zwei Kiefer und einen Darm ohne Blindsäcke. Die Verhältnisse der Geschlechtsorgane erinnern an die der Oligochäten.

3. Classe. **Onychophoren** (*Onychophora*).

Diese Abtheilung umfasst nur die Gattung **Peripatus**, den wir als einen dem Leben auf dem Lande angepassten Gliederwurm auffassen.

Nach ihrem äusseren Aussehen sind die Peripatus-Arten am meisten gewissen Schmetterlingsraupen ähnlich. Der Körper ist gestreckt, cylindrisch, die Segmente nicht äusserlich unter einander abgegrenzt; die Haut ist gekörnelt und mit feinen Querfurchen versehen. Am Vorderende findet sich ein Paar geringelte Fühler (auch bei Borstenwürmern können derartige Anhänge geringelt sein) und ein Paar einfache Augen von dem in Fig. 20, 5 abgebildeten Typus. In der Mundöffung befindet sich ein Paar kieferartige Kauwerkzeuge. Der übrige Körper besteht aus gleichartig ausgebildeten Segmenten, deren jedes ein Paar undeutlich gegliederte, stummelförmige Gliedmaassen trägt, welche mit je zwei Krallen enden. Die Muskeln bestehen aus glatten Muskelzellen. Das Nervensystem ist dadurch ausgezeichnet, dass die beiden Bauchstränge auseinander gerückt sind, nur schwache Anschwellungen in jedem Segment aufweisen und durch zahlreiche feine Querstränge verbunden sind. Der Darmkanal ist ein gerader Schlauch, der After befindet sich am hinteren Körperende. Das Herz liegt auf der Rückenseite und ist ein mit seitlichen Spalten ausgestatteter Schlauch; sonstige Gefässe fehlen. Die Respirationsorgane sind durch ein stark entwickeltes System luftführender Röhren, welche sich im Körper verzweigen und mit einer grösseren Anzahl feiner, unregelmässig über die Körperoberfläche vertheilter Athemlöcher öffnen. In den meisten Segmenten findet sich ein Paar ähnliche Segmentalorgane wie bei anderen Gliederwürmern; sie

öffnen sich mit einem grossen Trichter [1]) in die Leibeshöhle und mit einer feinen Oeffnung am Grunde der Gliedmaassen nach aussen. Die Geschlechter sind getrennt; die paarigen Geschlechtsorgane münden am hinteren Körperende. Die Peripatus-Arten gebären meistens lebendige Junge.

In neuerer Zeit wurde Peripatus allgemein den Gliederfüsslern zugewiesen; namentlich war dabei das Vorhandensein der oben erwähnten luftführenden Röhren, welche den Tracheen der Insekten, Myriopoden etc. ähnlich sind, ausschlaggebend. Aber gewichtige Momente sprechen dagegen: die Augen sind von demselben Typus wie bei den Borstenwürmern, dagegen ganz abweichend von dem Augentypus der Gliederfüssler; eine vollständige Reihe von Segmentalorganen finden wir sonst bei den Gliederfüsslern nie, bei den mit Tracheen ausgestatteten fehlen sogar Segmentalorgane völlig; auch der Charakter der Muskelzellen spricht gegen die Zugehörigkeit zu den Arthropoden (welche quergestreifte Muskelfasern besitzen). Unter diesen Umständen scheint es geboten, die genannten luftführenden Röhren als lediglich den Tracheen analog aufzufassen; das Vorhandensein derselben ist durch das Leben auf dem Lande motivirt, und ist wieder (vergl. die Insekten) daran Schuld, dass das Gefässsystem rückgebildet erscheint.

Die Arten dieser Gruppe leben ausschliesslich in den wärmeren Ländern beider Erdhälften (Westindien, Cap etc.) an feuchten Stellen, in faulem Holz etc.

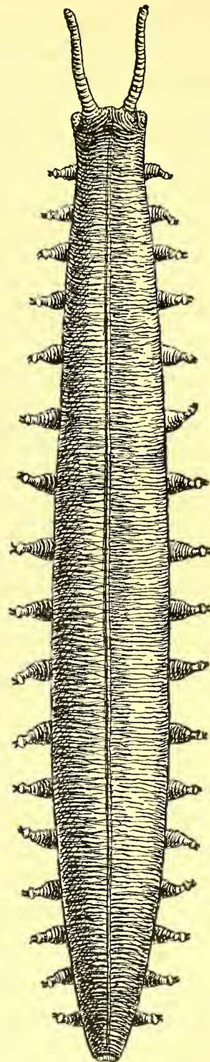


Fig. 139. *Peripatus*, von der Rückenseite. — Nach Balfour.

Anhang zu den Gliederwürmern.

Die beiden im Folgenden abzuhandelnden Gruppen, die Bryozoën und die Brachiopoden, nehmen jede für sich eine besondere und isolirte Stellung im Thierreiche ein, so dass es vielleicht am richtigsten wäre, dieselben als zwei besondere Thierkreise aufzuführen. Sie wurden früher mit den Weichthieren, mit denen sie aber gar nicht näher verwandt sind, zusammengestellt; aus den Untersuchungen der späteren Jahre scheint hervorzugehen, dass sie am nächsten — aber immerhin entfernt genug — mit den Gliederwürmern verwandt sind, weshalb wir sie an dieser Stelle behandeln.

1) Nach einigen Angaben soll statt des Trichters eine geschlossene dünnwandige Blase das innere Ende der Segmentalorgane bilden.

Bryozoën oder Moosthierchen (*Bryozoa*).

Mit einer einzelnen Ausnahme bilden alle Bryozoën durch Knospung Stöcke, deren einzelne Mitglieder nur eine geringe Grösse erreichen, während der Umfang des ganzen Stockes recht ansehnlich werden kann. Der meistens ziemlich kurze Körper jedes Individuums kann in der Regel in einen Vorder- und einen Hinterkörper getheilt werden, von welchen der letztere mit einer festen, dicken, zuweilen stacheligen Chitinhülle umgeben ist, die häufig verkalkt. Der

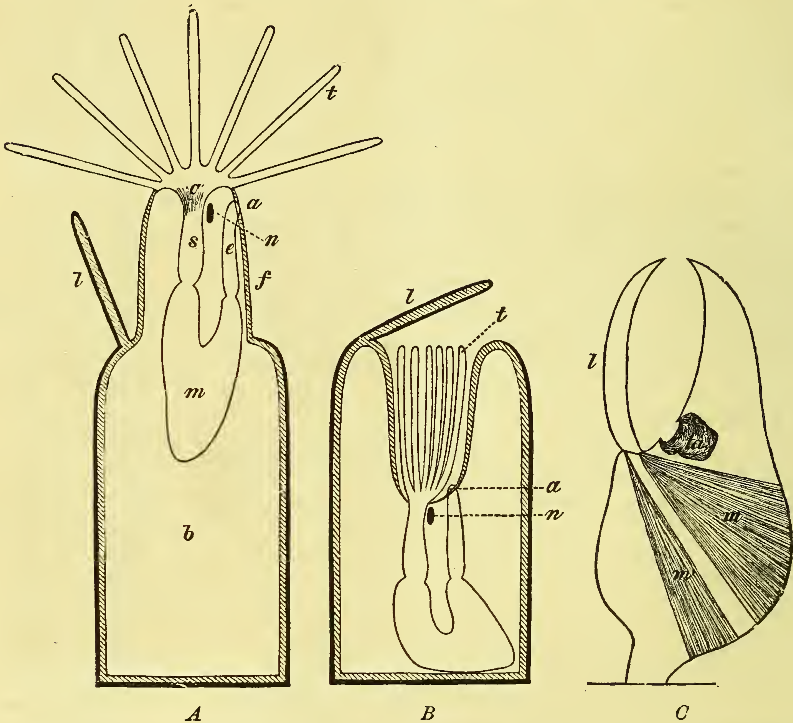


Fig. 140. *A—B* schematischer Längsschnitt eines Bryozoons, *A* ausgestreckt, *B* zurückgezogen. *a* After, *b* Hinterkörper, *e* Enddarm, *f* Vorderkörper, *l* Deckel, *m* Magen, *n* Nervenknoten, *o* Mund, *s* Speiseröhre, *t* Tentakeln. Die Chitinhülle ist durch eine breitere schwarze Linie angedeutet, die weiche Körperwand ist schraffirt. — *C* Avicularie (Schema). *l* Deckel, *m* Muskeln desselben, *ta* Darm. — Orig.

Vorderkörper ist dagegen ganz weich und trägt an seinem vorderen Ende einen Kranz langer, bewimperter Tentakel, welche bei einem grossen Theil der Bryozoën einen einfachen Kreis bilden, während der Tentakelkranz bei anderen eine starke Einbuchtung an der einen Seite hat, so dass er nieren- oder hufeisenförmig wird. Der ganze Vorderkörper kann vermittels langer Muskeln (Fig 142) in den Hinterkörper zurückgezogen werden; die Wand des Vorderkörpers wird dann umgestülpt und bildet eine Scheide um den zusammengelegten Tentakelkranz (Tentakelscheide). Bei einer Abtheilung der Meeresbryozoën (den Chilostomen) findet sich am vorderen Ende des Hinterkörpers eine be-

wegliche, stark chitinisirte Falte der Körperwand, welche, wenn der Vorderkörper zurückgezogen ist, als ein Deckel die Oeffnung der Tentakelscheide überdeckt. — Die Mundöffnung befindet sich am Vorderende des Thieres, in der Mitte des Tentakelkranzes; der After liegt ebenfalls am Vorderende, nicht weit vom Munde entfernt, gewöhnlich dicht ausserhalb des Tentakelkranzes, selten innerhalb desselben. Der Darmkanal hat deshalb die Form einer Schlinge; er besteht aus einer Speiseröhre, einem in einen Blindsack ausgezogenen Magen und einem Enddarm. Die Nahrung, welche aus mikroskopischen Körperchen besteht, wird durch die Wimperhaare der Tentakel in den Mund hineingestrudelt. — Das centrale Nervensystem besteht aus einem Nervenknoten, welcher seinen Platz auf der dem After zugewendeten Seite der Speiseröhre hat, und aus einem von demselben entspringenden Ring, welcher die Speiseröhre umfasst; von dem Nervenknoten gehen Nerven zu den verschiedenen Körpertheilen. Augen und Gehörwerkzeuge fehlen. — Ein Gefässsystem und besondere Athmungswerkzeuge sind nicht vorhanden; der Tentakelkranz ist aber zweifellos für die Respiration sehr wichtig. Excretionsorgane sind bis jetzt nur bei wenigen Bryozoën gefunden worden, und zwar in Form zweier kurzer Kanäle, welche sich einerseits in die Leibeshöhle, andererseits (mit gemeinschaftlicher Mündung) auf der Oberfläche in der Nähe des Tentakelkranzes öffnen[1]). — Die Bryozoën besitzen in der Regel eine geräumige Leibeshöhle, die mit einer Flüssigkeit erfüllt ist, in welcher sich amöboide Zellen befinden. In der Leibeshöhle ist ausser dem Darmkanal ein Strang (***Funiculus***) vorhanden (Fig. 142), welcher vom Magen zur Leibeswand geht. An diesem Strang oder an der inneren Seite der Leibeswand werden die Eier und Samenkörperchen gebildet, beide gewöhnlich in demselben Individuum; besondere Ausführungsgänge fehlen, die Geschlechtsstoffe (resp. die Jungen) gelangen durch Oeffnungen der Leibeswand oder durch die Excretionsorgane nach aussen. Das befruchtete Ei durchläuft meistens seine erste Entwicklung in der mütterlichen Leibeshöhle, bei manchen Meeresbryozoën in einer besonderen Einstülpung der Leibeswand (Ovicelle).



Fig. 141. *Plumatella polymorpha*, ein Süsswasser-Bryozoë. Vergr. — Nach Kräpelin.

1) Diese Kanäle scheinen übrigens nicht selbst Excretionsstoffe zu erzeugen, sondern durch dieselben werden losgelöste Zellen des Leibeshöhlenepithels entleert, in deren Protoplasma Harnstoffe ausgeschieden sind.

Bei den Süsswasser-Bryozoën findet man häufig neben der Fortpflanzung durch befruchtete Eier eine Fortpflanzung durch sogenannte Statoblasten, kleine abgeplattete, rundliche Körper, welche in der Leibeshöhle am Funiculus durch einen eigenthümlichen Knospungsvorgang entstehen; sie werden namentlich gegen das Ende des Sommers gebildet und überwintern, um im nächsten Jahre zu je einem neuen Stock zu werden. Jeder Statoblast ist von einer festen, oft zierlichen Chitinschale umgeben, in deren Rand kleine, lufthaltige Hohlräume vorhanden sind; im Innern findet man eine Anzahl Zellen, aus welchen das neue Thier gebildet wird.

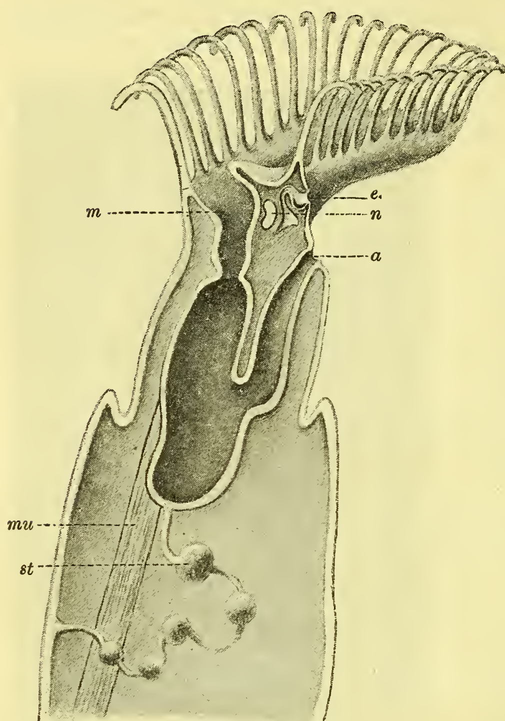


Fig. 142. Halbirtes Süsswasser-Bryozoon, Schema. *a* After, *e* Oeffnung der Excretionsorgane, *m* Mund, *mu* Muskel, *n* Nervenknoten, *st* Statoblast (am Funiculus). — Orig.

Sehr merkwürdig ist es, dass bei vielen Bryozoën eine Rückbildung des Tentakelkranzes und des Darmkanals zu einem sogenannten braunen Körper stattfinden kann, welcher Rückbildung dann nach einiger Zeit eine Neubildung derselben Theile folgt.

Wie schon oben erwähnt, bilden die Bryozoën durch Sprossung Stöcke. Diese sind von sehr verschiedener Form: bei einigen sind sie stark verästelt (Fig. 141) und dann entweder aufrecht oder über fremde Gegenstände hinkriechend; bei anderen sind sie plattenförmig, der Unterlage anliegend oder aufrecht; oder sie sind von mehr massiger Beschaffenheit etc. Fast immer sind die Stöcke unbeweglich festgeheftet; nur eine einzelne Süsswasserform (*Cristatella*) ist im Stande, sich fortzubewegen.

Bei vielen der mit einem Deckel ausgestatteten Bryozoën findet eine ungleiche Entwicklung der Individuen ähnlich wie bei den Hydroiden statt. Namentlich sind häufig ausser den gewöhnlichen Individuen sogenannte Avicularien (Fig. 140 *C*) vorhanden, kleine Individuen ohne Tentakel, Mund und Darmkanal (oder nur mit Rudimenten dieser Theile), aber mit einem grossen beweglichen Deckel, welcher auf- und zuklappen kann. Die am besten ausgebildeten Avicularien sind einer Krebsscheere oder einem Vogelschnabel ähnlich, indem die Spitze des Deckels hakenförmig umgebogen ist und gegen einen Fortsatz des Körpers bewegt wird. Die beschriebenen Gebilde scheinen eine Art Wehrpersonen zu sein, welche die über die Oberfläche des Stockes kriechenden Thierchen abfangen. Seltener findet man die sogenannten Vibrakel (*Vibracula*), ebenfalls

kleine reducirte Individuen, deren Deckel sich zu einem langen, geisselartigen Anhang entwickelt hat, welcher über die Oberfläche des Stockes hinwegfegt.

Die Bryozoën durchlaufen eine Metamorphose. Die Larven schwimmen frei umher mittels ihres Wimperkleides, welches entweder gleichmässig über den Körper verbreitet oder an gewissen Stellen besonders entwickelt ist (Wimperreifen, Wimperbüschel); zuweilen ist ein Theil des Larvenkörpers mit einer festen Cuticula (Schale) versehen, gewöhnlich ist der ganze Körper nackt.

Sie leben in grosser Anzahl in allen Meeren, in geringerer Zahl im Süsswasser.

Die meisten Süsswasserformen, welche an Wasserpflanzen etc. gefunden werden, besitzen einen hufeisenförmigen Tentakelkranz; gewöhnlich sind es feine verästelte Stöcke, welche sich nicht hoch über die Unterlage erheben; einige Arten treten aber ausserdem in einer aufrechten Wachsthumsform auf, indem zahlreiche, dicht neben einander stehende Aeste sich gegenseitig stützen, und sie können in dieser Weise zuweilen grössere klumpige Massen bilden. — Unter den Meeresformen sind die *Membranipora*-Arten diejenigen, welche am häufigsten beobachtet werden, indem man sie als dünne kalkige Krusten an der Oberfläche von allen grösseren Seepflanzen findet.

Brachiopoden oder Armfüssler (*Brachiopoda*).

Der Körper der Brachiopoden ist grösstentheils in zwei kalkige (seltener chitinartige) Schalen eingeschlossen, welche mit denen der Muscheln eine gewisse Aehnlichkeit besitzen, weshalb man in früherer Zeit die Brachiopoden in die Nähe der Muscheln gestellt hat. Thatsächlich sind die beiden Abtheilungen indessen keineswegs mit einander

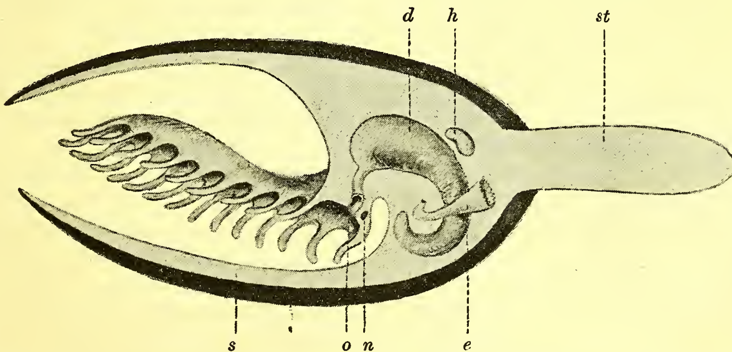


Fig. 143. Schematischer Längsschnitt eines Brachiopoden. *d* Darm, *e* Excretionsorgan, *h* Herz, *n* Nervenknoten, *o* Mund, *s* Schale (innerhalb derselben liegt der Mantel), *st* Stiel, *t* Tentakel. — Orig.

näher verwandt, und dass auch nicht die Anwesenheit der Schalen etwa auf eine Verwandtschaft hindeutet, ist schon daraus ersichtlich, dass die Schalen der Brachiopoden der Rücken- und Bauchseite des Thieres entsprechen, während die der Muscheln der rechten und linken Seite angehören.

Der eigentliche Rumpf ist im Verhältniss zum ganzen Umfange des Thieres von sehr geringer Grösse und sehr kurz. Von ihm entspringen zwei grosse nach vorn gerichtete, der Innenseite der Schalen angelagerte Mantellappen, der eine von der oberen, der andere von der unteren Seite. Die Schalen werden von den Mantellappen abgesondert und sind als Cuticulargebilde aufzufassen; sie stehen mit einander nicht in einer innigeren Verbindung (wie die Muschelschalen durch das Band); bei einigen greifen sie jedoch hinten schlossartig in einander. Längs des Mantelrandes finden sich öfters Chitinborsten, in Hauteinsenkungen eingepflanzt. Vom hinteren Theil des Rumpfes entspringt gewöhnlich ein dünnerer Fortsatz, der Stiel, welcher zwischen den Schalen oder aus einem Loch im hinteren Ende der Bauchschale hervorragt; er ist bei einigen länger als der übrige Körper, bei anderen dagegen ganz kurz; meistens sind die Thiere mittelst des Stieles an fremden Körpern festgeheftet, einige sind aber frei. Um den Mund findet sich bei den jungen Brachiopoden ein Kreis von Tentakeln; während der Entwicklung erhält aber der Kreis eine Einbuchtung, so dass er die Form einer Niere oder eines Hufeisens bekommt, und allmählich werden die beiden Aeste des Hufeisens zu langen Armen, mit je einer Doppelreihe von Tentakeln besetzt; die Arme sind gewöhnlich spiralig aufgerollt und liegen in diesem Zustande zwischen den Mantellappen; ihre Aufgabe ist es, einerseits durch ihren Wimperüberzug die Nahrung (organische Körperchen) in den Mund hineinzutreiben, andererseits als Athmungswerkzeuge zu dienen; innerlich werden sie häufig von einem verschieden gestalteten (bandförmigen etc.) Kalkgerüst gestützt, welches mit der Rückenschale zusammenhängt. — Der Darmkanal ist kürzer oder länger; merkwürdigerweise fehlt bei den meisten Brachiopoden ein After; ist ein solcher vorhanden, so befindet er sich meist auf der rechten Seite des Rumpfes. Es ist eine wohlentwickelte Leber vorhanden. Das centrale Nervensystem wird durch einen die Speiseröhre umgebenden Nervenring dargestellt, welcher auf der unteren Seite zu einem Nervenknoten anschwillt; von letzterem gehen die Nerven aus. Augen und Gehörwerkzeuge fehlen. Das Gefässsystem ist wohlentwickelt; oberhalb des Darmkanals findet sich ein sackförmiges Herz. Die Excretionsorgane sind ein oder zwei Paare röhrenförmiger Organe, welche sich mit einem bewimperten Trichter in die Leibeshöhle öffnen und mit dem anderen Ende an der Oberfläche ausmünden — also Organe, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Segmentalorganen der Gliederwürmer darbieten. Sie dienen zugleich als Ausführungsgänge für die Geschlechtsstoffe, Eier und Samen, welche an den Wänden der Leibeshöhle gebildet werden. Die Brachiopoden sind getrennten Geschlechts. — Die bewimperten Larven

Fig. 144.

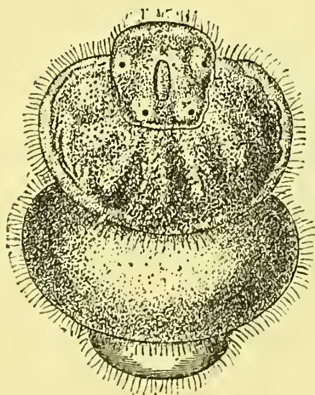


Fig. 145.

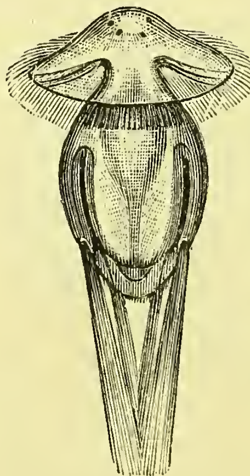


Fig. 144 u. 145. Larven zweier Brachiopoden. — Nach Lacaze-Duthiers und Kowalevsky.

schwimmen frei umher; ihr Körper zerfällt bisweilen (Fig. 144) durch Einschnürungen in mehrere segmentähnliche Abschnitte; am vorderen Ende können Augen, weiter hinten (Fig. 145) provisorische Borstenbündel vorhanden sein (vergl. die Borstenwürmer).

Die Brachiopoden sind ausschliesslich Meeresthiere; sie kommen sowohl in wärmeren als in kälteren Meeren vor, überall nur in geringer Artenzahl. In früheren Perioden waren sie weitaus zahlreicher; schon aus der kambrischen Formation sind sie bekannt; sehr reichlich waren sie in der Silur-, Devon- und Juraformation vertreten.

Als Beispiele nennen wir: *Terebratula*, sowohl lebend als fossil, Bauch- und Rückenschale gewölbt, erstere hinten in einen schnabelförmigen Fortsatz ausgezogen, welcher von einem Loch durchbohrt ist für den kurzen Stiel, durch welchen das Thier Steinen etc. angeheftet ist (bei anderen, ähnlichen Formen ein Ausschnitt an derselben Stelle); Rückenschale innen mit einem schleifenförmigen Armgerüst. — *Lingula*, lebend und fossil, zwei dünne, platte, hornartige, fast gleiche, schlosslose Schalen, Stiel sehr lang, von einer Sandröhre umgeben.

---

6. Kreis. **Gliederfüssler** (*Arthropoda*).

Ebenso wie bei den Gliederwürmern ist der Körper in eine Anzahl Glieder oder Segmente gesondert, welche äusserlich durch Einschnürungen getrennt sind. Die Segmente unterscheiden sich aber dadurch von denen der Gliederwürmer, dass sie mit gegliederten Gliedmaassen ausgestattet sind, welche wichtige Bewegungswerkzeuge bilden. Ferner findet man gewöhnlich eine grössere Ungleichartigkeit in der Ausbildung der Körpersegmente als bei den Gliederwürmern; bei den Gliederfüsslern ist der Körper gewöhnlich in zwei oder mehrere Abschnitte (ausser dem Kopfe) gesondert, deren jeder durch eine besondere Ausbildung der sie zusammensetzenden Glieder ausgezeichnet ist, und die einzelnen Glieder jedes Abschnittes sind oft unter sich wesentlich verschieden ausgebildet. Diese Ungleichartigkeit ist sowohl innerlich als äusserlich ausgeprägt. Oft ist ferner die Grenze zweier oder mehrerer Segmente derartig verwischt, dass sie sich mehr oder weniger innig zu einer Einheit zusammenschliessen, deren Zusammensetzung aus einer Mehrzahl von Segmenten oft nur durch den Vergleich mit anderen Formen oder durch eine Betrachtung der Entwicklung zu erkennen ist. — Der vorderste Körperabschnitt, der Kopf, ist stets aus mehreren verschmolzenen Segmenten zusammengesetzt; einige der daran angebrachten Gliedmaassen dienen der Ernährung und werden als Mundgliedmaassen bezeichnet; ausser diesen befinden sich am Kopfe meistens ein oder zwei Paare von Fühlern oder Antennen.

Bei der Mehrzahl der Gliederfüssler findet man drei Mundgliedmaassen-Paare: das 1. Paar sind die Vorderkiefer (Mandibeln), meistens starke, feste Beisswerkzeuge; das 2. und 3. Paar bezeichnen wir resp. als die Mittel- und die Hinterkiefer; sie sind fast immer schwächer als die Vorderkiefer ausgebildet. Diesen 3 Paaren können sich ferner, indem einige der folgenden Segmente sich mit dem Kopfe verbinden, noch ein oder mehrere Mundgliedmaassen-Paare anschliessen, welche dann meistens als Kieferfüsse bezeichnet werden.

Der Körper und seine Anhänge sind überall ebenso wie bei den Gliederwürmern von einer Cuticula bekleidet, welche von der Oberhaut abgesondert ist. Diese Cuticula unterscheidet sich jedoch in einem anscheinend untergeordneten, aber in seinen Consequenzen sehr wesentlichen Punkt von derjenigen der Gliederwürmer. Sie ist nämlich gewöhnlich von einer viel bedeutenderen Dicke und Festigkeit als bei jenen und erscheint deshalb als ein Panzer des Körpers, als Haut-

skelet. Nur an den eingeschnürten Stellen an der Grenze der Glieder sowohl des eigentlichen Körpers als der Gliedmaassen bewahrt sie eine gewisse Dünnheit, so dass eine Bewegung an diesen Stellen stattfinden kann (Gelenkhäute). Alle Arthropoden häuten sich[1]) in gewissen Zwischenräumen, wenigstens so lange das Wachsthum dauert: die Cuticula löst sich von der unterliegenden Oberhaut ab, berstet an irgend einer Stelle und wird als ein Ganzes abgeworfen (resp. das Thier kriecht aus derselben heraus), nachdem vorher die Oberhaut eine neue, zunächst dünne und weiche Cuticula abgesondert hat, welche sich später verdickt und erhärtet. Solche periodische Häutungen sind zum Wachsthum unerlässlich, indem die wenig nachgiebige feste Cuticula dem Thiere nur in geringem Grade gestattet, seinen Umfang zu vergrössern. Das Wachsthum des Thieres würde deshalb aufhören, wenn die umgebende Kapsel nicht hin und wieder entfernt und durch eine neue, geräumigere ersetzt würde. — Am Körper der Gliederfüssler finden sich in grösserer oder geringerer Ausdehnung Haare, Ausstülpungen der Cuticula, welche eine Fortsetzung der weichen Oberhaut enthalten; die Cuticula ist an der Stelle, wo sie in das Haar übergeht, verdünnt, so dass das Haar hier bewegt werden kann. — Die Cuticula der Gliederfüssler besteht aus einem organischen Stoff von hornähnlichem Aussehen, Chitin, welcher übrigens in chemischer Beziehung etwas ganz Anderes ist als Hornstoff. Dem Chitin sind öfters (namentlich bei den Krebsthieren) Kalksalze, besonders kohlensaurer Kalk, eingelagert. — Die Haut ist bei den Gliederfüsslern immer unbewimpert; überhaupt sind bei den Mitgliedern dieses Thierkreises niemals Wimperzellen (auch nicht in anderen Organen) vorhanden.

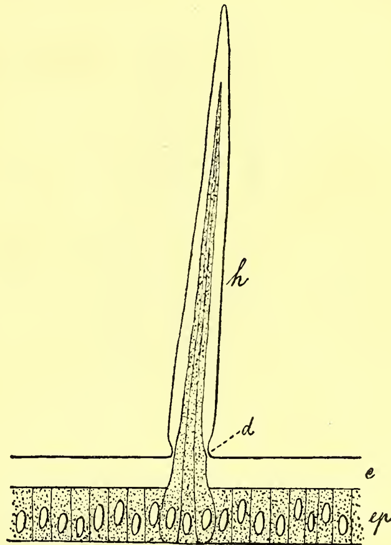


Fig. 146. Schnitt durch ein Haar und die angrenzende Haut eines Gliederfüsslers; Schema. *c* Cuticula, *d* dünnere Stelle derselben beim Uebergang in das Haar, *h*; *ep* Oberhaut. — Orig.

Das Muskelsystem ist ebenso wie bei den Gliederwürmern an die Haut geknüpft; die Ausbildung eines gegliederten Hautskelets bedingt jedoch wesentliche Abweichungen von dem Verhalten der Gliederwürmer. Statt eines zusammenhängenden Muskelschlauches unterhalb der Haut finden wir hier meistens eine grosse Anzahl gesonderter Muskeln, welche von einem Glied zum anderen gehen, sich mit ihren Enden der Innenseite der Haut anheften und durch ihre Contractionen die Segmente des Körpers so wie die Glieder der Gliedmaassen gegen einander bewegen. Oft verbinden die Muskeln sich mit sogenannten Sehnen, welche bei den Gliederfüsslern stets Einstülpungen der

1) Auch bei manchen (allen?) Gliederwürmern (z. B. bei den Egeln) und be Nematoden finden ähnliche Häutungen statt.

Cuticula der Haut sind (natürlich von einer entsprechenden Oberhauteinstülpung umgeben, Fig. 148), also aus Chitin bestehen; sie werden bei jeder Häutung mit der übrigen Cuticula abgeworfen und neugebildet.

Fig. 147.

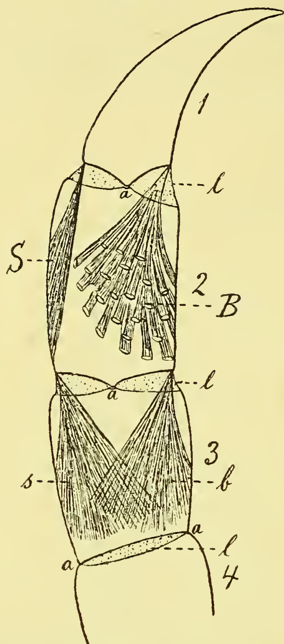


Fig. 148.

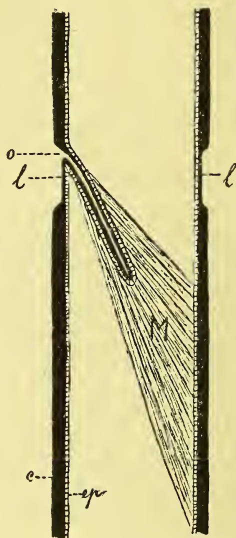


Fig. 147. Die vier letzten Glieder eines Arthropodenbeines mit den zugehörigen Muskeln, Schema. *a* Stellen, wo die Glieder einander berühren und die Gelenkhaut sehr schmal ist, *B* und *b* Beugemuskeln, *S* und *s* Streckmuskeln, *l* Gelenkhaut; 1 letztes, 2 vorletztes Glied etc. — Orig.

Fig. 148. Längsschnitt durch ein Gelenk eines Gliederfüsslers, Schema. *c* Cuticula, *ep* Oberhaut, *l* Gelenkhaut, *M* Muskel, *o* Oeffnung der Sehne, an welche sich der Muskel heftet. — Orig.

— Das Muskelgewebe der Gliederfüssler besteht aus quergestreiften, vielkernigen Muskelfasern.

Das Nervensystem schliesst sich eng an das der Gliederwürmer an. Ebenso wie bei diesen findet sich längs der Bauchseite eine Reihe von Ganglienpaaren, in jedem Segment ein Paar, welches mit dem des vorhergehenden und nachfolgenden Segments durch doppelte Nervenstränge verbunden ist; von dem vordersten dieser Bauchganglienpaare entspringen zwei Nervenstränge, welche jederseits vom Schlunde verlaufend sich oberhalb desselben im Kopfe mit einem doppelten Ganglienknoten, dem Gehirn, verbinden. Das Gehirn erreicht oft eine sehr bedeutende Grösse, was u. A. zu der starken Entwicklung gewisser Sinneswerkzeuge, welche am Kopfe ihren Platz haben (der zusammengesetzten Augen), in Beziehung steht. Aber auch die Bauchganglien zeigen oft bemerkenswerthe Abweichungen von denen der Gliederwürmer, Abweichungen, welche der oben erwähnten Ungleichartigkeit in der Ausbildung der Körpersegmente und der Verbindung derselben zu verschiedenen Abschnitten ihre Entstehung verdanken. Es bilden sich

z. B. in stark entwickelten Segmenten auch die zugehörigen Ganglien stärker aus, und eine engere Vereinigung mehrerer Segmente hat sehr oft auch eine Verschmelzung der betreffenden Ganglienpaare zur Folge; in einigen Fällen können sogar sämmtliche Bauchganglien zu einer einzigen ungegliederten Masse verschmelzen, was dann immer mit einer Verkürzung des Körpers auch im Aeusseren zusammenfällt (z. B. bei Krabben). Nicht selten findet während der Entwicklung eine Verschiebung der Ganglien statt, und zwar so, dass das einem Segment angehörige Ganglienpaar weiter nach vorn rückt; die demselben entspringenden Nerven gehen aber trotzdem zu dem Segment, dem das Ganglienpaar eigentlich angehört. Die beiden zu demselben Paare gehörenden Ganglien sind durch einen Querstrang verbunden, welcher fast immer kurz, oft so kurz ist, dass die beiden Ganglien zu einem verschmelzen, was auch mit den beiden, die Ganglienpaare der verschiedenen Segmente verbindenden Längsnervensträngen der Fall sein kann.

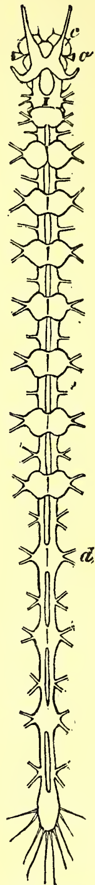


Fig. 149. Das Nervensystem eines *Gammarus*. *c* Gehirn, *o* Auge, *a* erstes Ganglienpaar des Schwanzabschnittes, *I* erstes Bauchganglienpaar. — Nach Sars.

Sinnesorgane. Die Ausbildung eines Cuticular-Skelets hat zur Folge gehabt, dass der *Tastsinn* mehr auf einzelne Stellen der Körperoberfläche localisirt ist. Namentlich werden manche Haare zu *Tasthaaren*, indem eine unterhalb derselben liegende Epidermiszelle, welche sich auch in das Haar hinein erstreckt, in eine Nervenfaser übergeht; statt einer Zelle ist häufig eine Gruppe solcher vorhanden. Auch an haarlosen Hautstellen, wo die Cuticula dünn ist, können ähnliche *Tastzellen* auftreten. — Als *Geruchsorgane* betrachtet man feine, mit einer dünnen Cuticula versehene Haare, welche an dem vorderen Fühlerpaare der Krebse vorhanden sind, und zapfenförmige Gebilde an den Fühlern der Insekten (vergl. S. 20); an der Basis dieser Haare und Zapfen liegen ähnliche Sinneszellen wie an den Tasthaaren. — *Gehörorgane* sind bei manchen Krebsthieren und bei einigen Insekten bekannt; wir werden dieselben bei den betreffenden Abtheilungen betrachten. — Die *Gesichtswerkzeuge*, welche bei den Gliederfüsslern eine sehr bedeutende Entwicklung erreichen, erscheinen unter zwei Formen, als einfache *Punktaugen* und als *zusammengesetzte Augen*. Die Hauptpunkte des Baues dieser Augen haben wir schon im Allg. Th., S. 24 betrachtet. Bei den meisten findet sich ein Paar zusammengesetzter Augen und oft gleichzeitig einige Punktaugen; bei anderen sind nur Punktaugen entwickelt.

Der *Darmkanal* durchzieht meistens den Körper als ein ziemlich gerader Schlauch; die Mundöffnung befindet sich am vorderen Ende, gewöhnlich auf der Unterseite, der After am hinteren Ende. Speicheldrüsen und Leber können vorhanden sein oder fehlen.

Gefässsystem. Das gewöhnlich röhrenförmige Herz, dem Rückengefäss der Gliederwürmer entsprechend, befindet sich auf der Rückenseite des Thieres (oberhalb des Darmkanals). Es ist mit *venösen Spaltöffnungen* (meistens mehreren Paaren) ausgestattet, durch welche das Blut in das Herz aus einem dasselbe umgebenden Blutbehälter, dem *Herzbeutel*, eintritt; der Herzbeutel empfängt das

Blut von den Kiemen (Lungen), wenn solche vorhanden sind, oder vom Körper. Uebrigens bietet das Gefässsystem bei verschiedenen Gliederfüsslern sehr verschiedenartige Verhältnisse dar, welche später betrachtet werden sollen. In selteneren Fällen (Milben, kleine Krebsthiere) fehlt ein Gefässsystem völlig. — Das Blut ist gewöhnlich eine farblose Flüssigkeit mit amöboiden, farblosen Blutkörperchen.

Athmungswerkzeuge fehlen bei gewissen Arthropoden gänzlich (namentlich bei gewissen kleineren Krebsthieren); gewöhnlich sind aber entweder Kiemen oder eigenthümliche Luftathmungs-Werkzeuge vorhanden (vergl. die einzelnen Classen).

Excretionsorgane. Die Segmentalorgane, welche wir bei den Gliederwürmern kennen lernten, finden wir auch bei einem Theil der Gliederfüssler wieder, wenn auch auf eine geringe Anzahl (zwei Paare) reducirt: die Antennen- und Schalendrüsen der Krebsthiere (vergl. diese Abth.) sind umgebildete Segmentalorgane. Bei den Insekten, Tausendfüsslern und Spinnenthieren fehlt dagegen jede Spur von Segmentalorganen. Statt dessen besitzen diese Abtheilungen sogenannte Malpighi'sche Gefässe, lange Drüsenschläuche, welche in den Enddarm einmünden und als Excretionsorgane fungiren.

Geschlechtsorgane. Die Gliederfüssler sind mit wenigen Ausnahmen getrennten Geschlechts. Die männlichen und die weiblichen Geschlechtsorgane stimmen in den Hauptzügen mit einander überein. Es ist niemals mehr als ein Paar Geschlechtsdrüsen vorhanden; häufig sind beide mit einander verbunden oder gar zu einem unpaaren Organ verschmolzen. Von jeder Geschlechtsdrüse entspringt ein Ausführungsgang (ein Ei- resp. Samenleiter), welcher an der Unterseite des Thieres in kürzerem oder längerem Abstand vom After, immer vor diesem, ausmündet; oft sind die beiden Ausführungsgänge in ihrem äusseren Theil mit einander vereinigt und münden dann mit einer unpaaren Oeffnung. Wo die Geschlechtsdrüsen verbunden oder verschmolzen sind, sind trotzdem gewöhnlich zwei Ausführungsgänge vorhanden.

1. Classe. **Krebsthiere** (*Crustacea*).

Der Kopf ist im Allgemeinen nicht (wie es z. B. bei den Insekten der Fall ist) durch eine scharfe Grenze vom übrigen Körper gesondert, und oft sind einige der folgenden Segmente mit dem Kopf verschmolzen. Am Kopfe findet man ausser den Augen, auf welche wir später zurückkommen, zwei Antennenpaare (Vorder- und Hinterantennen) und drei Kieferpaare: Vorderkiefer (Oberkiefer), Mittelkiefer, Hinterkiefer. Die Antennen sind meistens langgestreckte, peitschenähnliche Anhänge, welche aus einem kürzeren, aus wenigen Gliedern bestehenden Basalabschnitt, dem Schaft, und einem längeren, aus vielen kurzen Gliedern zusammengesetzten biegsamen Endabschnitt, der sogenannten Geissel, bestehen; statt einer Geissel können auch zwei solche neben einander am Ende des Schaftes (der Vorderantennen) entspringen. Der wichtigste Theil des Vorderkiefers ist die grosse, feste, ungegliederte Basalpartie, der eigentliche Vorderkiefer, welcher in der Regel an seiner nach innen gewendeten Seite mit einem scharfen gezähnten Rand und oft mit einer höckerigen Kauplatte ausgestattet ist (sowohl der scharfe Rand als die Kauplatte wirken gegen die ent-

sprechenden Theile des anderen Vorderkiefers); diesem Basalabschnitt ist manchmal ein schmälerer gegliederter Anhang, „Palpus“, angefügt. Die beiden anderen Kieferpaare stehen an Stärke meistens den Vorderkiefern weit nach; sie sind plattenförmig, ihr Innenrand ist in mehrere Lappen (Kauladen) getheilt und mit steifen Borsten besetzt; sie besitzen ebenfalls öfters einen schmäleren Endabschnitt, einen Palpus. Am übrigen Körper findet sich eine verschiedene Anzahl Gliedmaassenpaare, welche von der Bauchseite entspringen, an jedem Segment ein Paar; die hintersten Segmente sind jedoch häufig gliedmaassenlos, was auch zuweilen bei einzelnen der übrigen Segmente der Fall ist. In selteneren Fällen sind diese sämmtlichen Gliedmaassen gleich oder ungefähr gleich gebildet, im Allgemeinen sind sie aber an verschiedenen Segmenten oder Abschnitten des Körpers mehr oder weniger ungleichartig. Häufig sind z. B. die vordersten in den Dienst der Ernährung getreten und dementsprechend umgebildet und werden dann Kieferfüsse genannt; die hintersten können als Schwimmwerkzeuge fungiren, während andere weiter vorn am Körper Gehwerkzeuge sind, etc. Die Gliedmaassen haben überhaupt eine höchst verschiedene Form und Function.

Bei alledem besitzen jedoch sämmtliche Gliedmaassen, und zwar nicht allein diejenigen, welche dem Rumpf angehören, sondern auch die Gliedmaassen des Kopfes, d. h. die Hinterantennen[1]) und die drei Kieferpaare, einen bestimmten gemeinsamen Typus. Eine vollständig entwickelte Gliedmaasse eines Krebsthieres besteht aus folgenden Theilen: 1) einem Stamm (Endopodit, Innenast), welcher aus einer Anzahl Glieder zusammengesetzt ist und den Haupttheil der Gliedmaasse darstellt; 2) einem vom zweiten Glied des Stammes entspringenden Aussenast (Exopodit), ungegliedert oder wenigstens nicht in eigentliche, einzeln gegen einander bewegliche Glieder getheilt, gewöhnlich abgeplattet und mit Randhaaren versehen; 3) einem Nebenast (Epipodit), welcher vom ersten (Basal-) Glied des Stammes entspringt, immer ungegliedert, gewöhnlich spärlich behaart, dünnhäutig ist (steht in der Regel im Dienst der Respiration). Sowohl Aussen- als Nebenast können fehlen, entweder der eine[2])

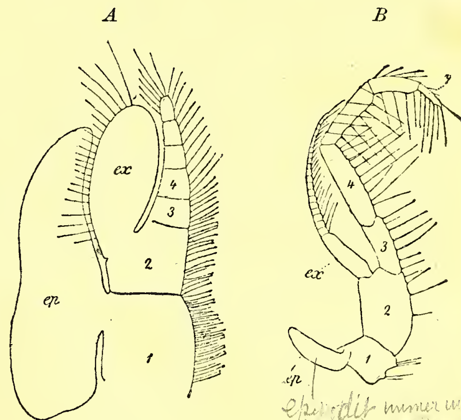


Fig. 150. Beispiele typischer Krebsthier-Gliedmaassen. *A* Rumpffuss von *Nebalia*, *B* letzter Kieferfuss einer Garneelen-Larve. 1—7 die Glieder des Stammes, *ex* Aussen-, *ep* Nebenast. Vergr. — Orig.

1) Die Vorderantennen, welche oft als Gliedmaassen bezeichnet werden, schliessen sich nicht an die übrigen genannten Anhänge an, sondern weisen eigenthümliche Verhältnisse auf (ein vom zweiten Glied entspringender Aussenast fehlt immer, etc.); sie sind ebenso wie die Augenstiele als besondere Anhänge aufzufassen, welche die Aufgabe haben, als Träger von Sinneswerkzeugen (Geruchs- und Gehörorganen) zu fungiren.

2) An den Gliedmaassen des Kopfes (den Hinterantennen und den drei Kieferpaaren) fehlt z. B. immer der Nebenast.

oder alle beide, so dass die Gliedmaasse dann aus dem Stamm allein besteht; auch ein grösserer oder kleinerer Theil des Stammes kann manchmal rückgebildet sein. Andererseits können sich einige Glieder

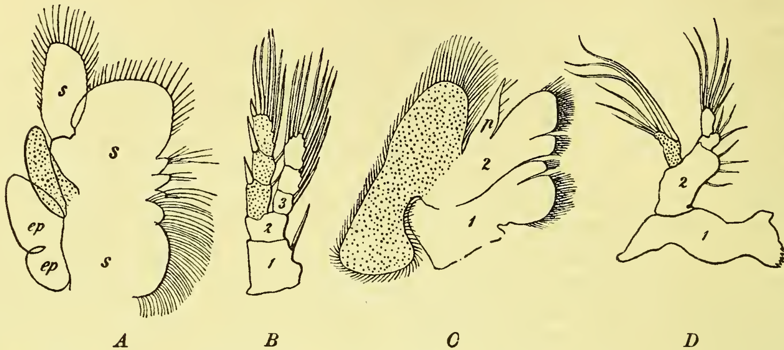


Fig. 151. Gliedmaassen verschiedener Krebsthiere; der Aussenast ist überall punktirt. *A* Schwimmbein von *Branchipus*, *B* Schwimmbein eines Copepoden, *C* Hinterkiefer eines Zehnfüsslers, *D* Vorderkiefer eines Copepoden. *s* Stamm, 1, 2, 3 erstes bis drittes Glied desselben, *p* Palpus, *ep* Nebenast. — Orig.

des Stammes besonders stark ausbilden, so ist es z. B. mit den ersten Gliedern der Kiefer [1]) der Fall. Der Aussenast kann platt oder rund, geringelt oder ungeringelt sein etc.

Von anderen Körperanhängen ist das sogenannte Schild (oder die Schale) hervorzuheben, eine von dem hinteren Theil des Kopfes entspringende, nach hinten gerichtete mantelförmige Hautfalte, welche einen grösseren oder kleineren Theil des Körpers überdeckt. Häufig ist das Schild mit dem Rumpf längs der Mittellinie der Rückenseite verwachsen. Zuweilen ist die Mittellinie des Schildes weicher als das übrige, so dass es in zwei bewegliche Hälften zerfällt, welche ähnlich wie eine Muschelschale den Körper umgeben. Die äussere Oberfläche des Schildes ist gewöhnlich mit einer dicken, festen Cuticula bedeckt, so dass das Schild eine wirklich schützende Decke für den Körper wird; die dem Körper zugekehrte Oberfläche des Schildes ist dagegen weicher. Das Schild gehört zu den sehr charakteristischen Bestandtheilen des Krebsthier-Körpers, wenn es auch bei manchen fehlt.

Die den Körper der Krebse bekleidende Cuticula besitzt oft eine ansehnliche Dicke und Festigkeit; das Chitin enthält immer Kalksalze (namentlich kohlensauren Kalk) in verschiedener Menge.

Die Geruchsorgane haben ihren Platz an den Vorderantennen; es sind lange, fadenförmige, sehr dünne und weiche Haare, denen man diese Function beilegt. — Gehörwerkzeuge kennt man nur bei gewissen Malakostraken (siehe die Mysiden und die Zehnfüssler). — Von Sehwerkzeugen findet man bei den Krebsen theils das Stirnauge (Nauplius-Auge), oben in der Mittellinie des Kopfes, aus einem einzigen Punktauge oder einer kleinen Gruppe von solchen bestehend, theils ein Paar grosse zusammengesetzte Augen an der Seite des Kopfes,

---

1) Der eigentliche, als Beiss- oder Kauwerkzeug thätige Vorderkiefer ist z. B. das sehr stark entwickelte Grundglied der betreffenden Gliedmaasse; der gegliederte Anhang des Vorderkiefers, der Palpus, stellt den übrigen Theil des Stammes dar.

die Seitenaugen, welche oft auf beweglichen Stielen sitzen (in anderen Fällen unbeweglich sind). Bei einigen Krebsen sind sowohl das Stirnauge als die Seitenaugen vorhanden, bei einigen nur jenes, bei manchen nur die letzteren. Bei zahlreichen Formen ist das Stirnauge im Larvenleben vorhanden, während es später verschwindet.

Der Darmkanal nimmt seinen Anfang vorne auf der Unterseite des Kopfes mit einer zwischen den Vorderkiefern liegenden Mundöffnung, welche vorn und hinten oft von je einer hervorragenden Hautfalte, der Oberlippe und der Unterlippe, begrenzt ist. Der Darmkanal ist ein gerader Schlauch, welcher sich am letzten Körpersegment öffnet. Meistens ist eine Leber vorhanden.

Athmungswerkzeuge: Die Krebsthiere athmen durchweg den im Wasser aufgelösten Sauerstoff. Bei manchen, besonders kleinen, dünnhäutigen Krebsen fehlen besondere Athmungswerkzeuge; dann fungirt die ganze Körperoberfläche oder ein grösserer Theil derselben als solches. Bei anderen sind dagegen gewisse Theile des Körpers besonders als Kiemen entwickelt. Zuweilen ist es einfach das Schild, dessen dünnhäutige Innenseite als Athmungswerkzeug dient; in anderen Fällen fungiren der abgeplattete Nebenast der Gliedmaassen oder andere Theile derselben als Kiemen; bei anderen sind die Kiemen besondere, meistens verästelte Anhänge, welche von den Gliedmaassen oder von den Körperseiten entspringen. Neben diesen eigentlichen, meistens durch ein sehr feines und dichtes Gefässnetz ausgezeichneten Kiemen kann auch die übrige Oberfläche ganz oder theilweise ihre Bedeutung für die Respiration bewahren.

Einige, auf dem Lande lebende, Krebse athmen atmosphärische Luft, und bei diesen kommt es zuweilen zur Ausbildung eigenthümlicher Athmungsorgane. So ist es z. B. bei einem mit den Einsiedlerkrebsen verwandten, in Ostindien lebenden Krebs, *Birgus latro;* seine Kiemen sind sehr klein, die von den Seitentheilen des Schildes begrenzte Kiemenhöhle fungirt aber als luftathmendes Organ und ist dementsprechend mit gefässreichen, die Oberfläche vergrössernden Auswüchsen (welche von der Innenseite des Schildes entspringen) ausgestattet. Bei einem echten Einsiedlerkrebs, *Coenobita*, fungirt die weiche Haut des Schwanzes als Athmungsorgan und ist zu dem Zwecke mit einem Gefässnetz ausgestattet. Einige unserer Landisopoden zeichnen sich dadurch aus, dass sich in den Schwanzfüssen verästelte Einstülpungen der Haut gebildet haben, welche Luft aufnehmen und als Athmungsorgane fungiren.

Das Gefässsystem ist ziemlich verschiedenartig ausgebildet. Bei einigen ist das ganze Gefässsystem nur durch das Herz vertreten, welches das Blut durch den Körper treibt, wo es in den Lücken zwischen den verschiedenen Organen fliesst; in gewissen Fällen fehlt sogar das Herz. Eine derartige geringe Ausbildung des Gefässsystems steht meistens mit einer geringen Körpergrösse und dem Mangel besonderer Athmungswerkzeuge in Verbindung. Wenn solche vorhanden sind, findet man in der Regel eine reichere Entwicklung des Gefässsystems und wirklich abgegrenzte Gefässe, wenn solche auch an manchen Stellen des Körpers nicht bestehen, wo dann das Blut in den Lücken zwischen den Organen strömt: das Gefässsystem ist somit auch hier nicht völlig abgeschlossen. Der Kreislauf verhält sich bei kiementragenden Krebsthieren folgendermaassen (vergl. Fig. 152): Von dem Herzen wird das Blut durch mehr oder weniger ausgebildete Arterien in die verschiedenen Theile des Körpers getrieben; nachdem es hier Kohlensäure aufge-

nommen und Sauerstoff abgegeben hat, sammelt es sich in grösseren Blutbehältern und vertheilt sich von da aus zu den Kiemen; nachdem es hier wieder Sauerstoff aufgenommen hat, tritt es durch besondere

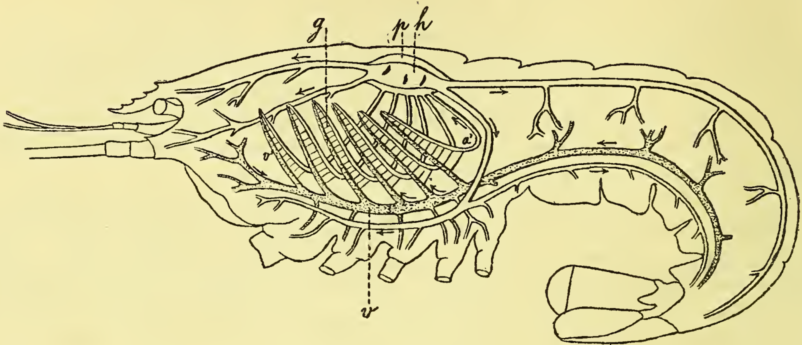


Fig. 152. Gefässsystem eines Hummers, Schema. Die Gefässe, welche arterielles Blut enthalten, sind hell, die anderen dunkel gehalten; die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an. *g* Kiemen, *h* Herz, *p* Herzbeutel, *v* venöser Blutbehälter, *v'* Gefässe von diesem nach den Kiemen, *a'* von den Kiemen nach dem Herz. — Nach Gegenbaur.

Gefässe zum Herzbeutel und von diesem Blutbehälter durch die Spalten des Herzens in das letztere hinein, um schliesslich wieder in den Körper zu strömen.

Excretionsorgane. Man findet bei den Krebsthieren zwei Paare schlauchförmiger Organe, welche wahrscheinlich den Segmentalorganen der Gliederwürmer entsprechen. Die betreffenden Organe (denen die innere Oeffnung abgeht) sind gewöhnlich von ansehnlicher Länge und liegen in zahlreichen Windungen; das vorderste Paar, die Antennendrüsen, münden im Basalgliede der Hinterantennen, das zweite, die Schalendrüsen[1]), am Grunde der Hinterkiefer. Selten sind beide Paare gleichzeitig bei demselben Thiere entwickelt; oft ist das eine Paar im Larvenzustande vorhanden und verschwindet später, wenn das andere sich ausgebildet hat[2]). Oft fehlen beide.

Die grosse Mehrzahl der Krebsthiere ist getrennten Geschlechts. Die Geschlechtsorgane münden auf der Unterseite des Körpers, in der Regel ziemlich weit vom hinteren Ende entfernt, gewöhnlich mit zwei getrennten Oeffnungen. Die Oeffnungen der Eileiter befinden sich bei manchen weiter nach vorn als die der Samenleiter. — Nicht selten findet eine parthenogenetische Entwicklung statt (siehe Branchipus, Apus, die Daphniden).

Die Entwicklung bietet bei den Krebsen ein bedeutendes Interesse dar. Gewöhnlich ist sie mit einer sehr ausgeprägten Metamorphose verbunden, indem das Junge, wenn es das Ei verlässt, von dem Erwachsenen wesentlich verschieden ist. Der Unterschied beruht

---

1) Der Name stammt daher, dass diese Drüsen oftmals (z. B. bei *Apus*) grösstentheils in dem Schild (der Schale) liegen.

2) Bei den Entomostraken ist es durchgängig die Schalendrüse, welche beim Erwachsenen, die Antennendrüse, welche bei der Larve vorhanden ist, während umgekehrt die Malakostraken im erwachsenen Zustande mit der Antennendrüse, als Larven häufig mit der Schalendrüse ausgestattet sind.

unter Anderem darauf, dass die Larve eine geringere Anzahl Segmente und Gliedmaassen als das erwachsene Thier besitzt; ferner haben viele der Gliedmaassen einen anderen Bau und theilweise auch eine andere Function als bei letzterem. Einer grossen Anzahl von Krebsthieren ist es gemeinsam, dass sie das Ei auf dem sogenannten Nauplius-Stadium verlassen, als ein kleines gedrungenes Geschöpf, welches nur mit dem ersten und zweiten Antennenpaare und den Vorderkiefern ausgestattet ist; diese Anhänge sind alle als ziemlich kräftige Schwimmwerkzeuge entwickelt, die Hinterantennen und die Vorderkiefer (welche letztere von ihrer späteren Form ganz abweichend gestaltet sind) mit einem lang behaarten Aussenast versehen; von den Augen besitzt der Nauplius nur das Stirnauge, die Seitenaugen fehlen völlig. Der Nauplius, welcher frei im Wasser umherschwimmt, wächst allmählich in die Länge, die nachfolgenden Gliedmaassen sprossen hervor, und nach einer Reihe mit Häutungen einhergehender Umgestaltungen erreicht der Krebs schliesslich die definitive Gestalt. Bei anderen Krebsthieren verlässt das Junge aber das Ei in einem weiter ausgebildeten Zustand, mit mehreren Gliedmaassenpaaren ausgestattet etc. (vergl. unten).

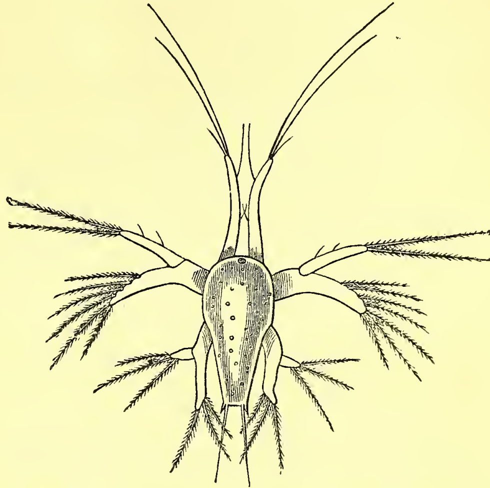


Fig. 153. Nauplius von *Penaeus*. Vergr. — Nach Fr. Müller.

Die allermeisten Krebsthiere gehören dem Meere an, einige kriechen auf dem Boden des Meeres umher, andere sind vorzügliche Schwimmer, zahlreiche findet man auf dem offenen Meere; im Larvenzustande schwimmen die allermeisten frei umher. Eine nicht sehr grosse Anzahl Krebsthiere leben im Süsswasser, andere auf dem Lande an feuchten Stellen.

Man theilt die Krebse in zwei Unterclassen: Entomostraken und Malakostraken. Letztere Abtheilung bildet ein geschlossenes Ganzes, während die Entomostraken mehrere z. Th. nur entfernter verwandte Gruppen umfassen.

1. Unterclasse. **Entomostraken** (*Entomostraca*).

1. Ordnung. **Blattfüssler** (*Phyllopoda*).

Der Kopf ist mit einem Stirnauge und mit zusammengesetzten, gestielten oder sitzenden Seitenaugen ausgestattet; die Kiefer sind meistens schwach entwickelt, zuweilen auch die Antennen. Auf den Kopf folgt ein meistens aus zahlreichen Segmenten zusammengesetzter Rumpf; jedes Rumpfsegment trägt ein Paar stark abgeplattete blattähnliche Gliedmaassen, welche gleichzeitig als Schwimmwerk-

zeuge und als Kiemen fungiren und an allen Segmenten ungefähr gleich gebildet sind. Die letzten Glieder des Körpers sind gliedmaassenlos (Schwanz); an dem hintersten findet sich ein Paar gegliederter oder ungegliederter, nach hinten gerichteter Anhänge. Der Körper ist bei der Mehrzahl der Formen ganz oder theilweise von einem Schild bedeckt, welches vom Kopfe entspringt. Sie verlassen das Ei als Nauplien. Die meisten Formen dieser kleinen Abtheilung leben im Süsswasser, in der Regel in kleinen Pfützen. Die Eier der Blattfüssler sind im Stande, eine vollständige Austrocknung der Umgebung auszuhalten, einige entwickeln sich sogar nicht, wenn sie nicht vorher einige Zeit eingetrocknet gelegen haben.

1. *Branchipus* besitzt ein Paar gestielte bewegliche Seitenaugen, das Schild fehlt. Das zweite Antennenpaar des Männchens ist derartig umgebildet, dass damit das Weibchen während der Paarung festgehalten werden kann. Der Rumpf trägt 11 Beinpaare, der Schwanz ist 9-gliedrig, die Schwanzanhänge ungegliedert. Die *B.*-Arten sind durchsichtige, gestreckte (1—2 cm lange) Thierchen, welche man in

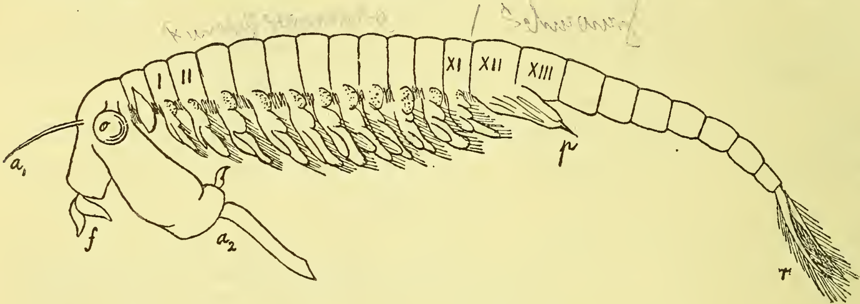


Fig. 154. *Branchipus vernalis*, ♂. a_1 Vorder-, a_2 Hinterantennen, *f* Stirnfortsätze, *o* Stielauge, *p* Penis, *r* Schwanzanhänge, I, II, XI: erstes, zweites, elftes Rumpfsegment. XII—XIII die zwei vordersten Schwanzsegmente. — Nach Packard.

kleinen Süsswasserpfützen findet; sie schwimmen ununterbrochen, mit der Bauchseite nach oben, umher. Ein paar Arten in Deutschland (*B. stagnalis* etc.). — Die Arten der nahe verwandten Gatt. *Artemia* (vergl. S. 74) leben in Salzlachen am flachen Meeresstrande oder in Salzseen (Utah); einige dieser Formen pflanzen sich für gewöhnlich parthenogenetisch fort, Männchen erscheinen nur hin und wieder (*A. salina* in Südeuropa).

2. *Apus* ist mit einem breiten, schwach gewölbten Schild ausgestattet, welches den Körper mit Ausnahme des hintersten Theils überdeckt. Die Seitenaugen sind ungestielt, sitzen dicht neben einander und nahe dem kleinen Stirnauge auf der Oberseite des Kopfes. Die Antennen sind sehr klein. Es sind ca. 60 Paare blattförmiger Füsse vorhanden, deren Stamm ebenso wie bei anderen Blattfüsslern in Lappen ausgezogen ist, welche auf dem vordersten Beinpaare bei Apus zu langen, gegliederten Fäden verlängert sind. (Beim Weibchen ist der breite Aussenast des elften Beinpaares uhrglasartig gewölbt, und der Nebenast legt sich wie ein Deckel an denselben, so dass beide zusammen eine kleine Schachtel bilden, in welcher die Eier umhergetragen werden.) Schwanzanhänge lange, gegliederte Fäden. Die Schalendrüsen liegen im Schilde und sind durch die Haut hindurch sichtbar. Die *A.*-Arten sind

recht ansehnliche (mehrere cm lange), bräunliche oder grünliche Geschöpfe mit einem dünnen Hautskelet, welche man besonders im Frühling in kleinen Süsswasserlachen findet, oft in solchen, welche im Laufe des Sommers austrocknen; sie schwimmen auf dem Rücken. Meistens findet man bloss Weibchen (bei einigen Arten sind sogar ausschliesslich solche bekannt), Männchen treten nur selten auf: die Fortpflanzung ist in der Regel eine parthenogenetische. Mehrere Arten in Deutschland.

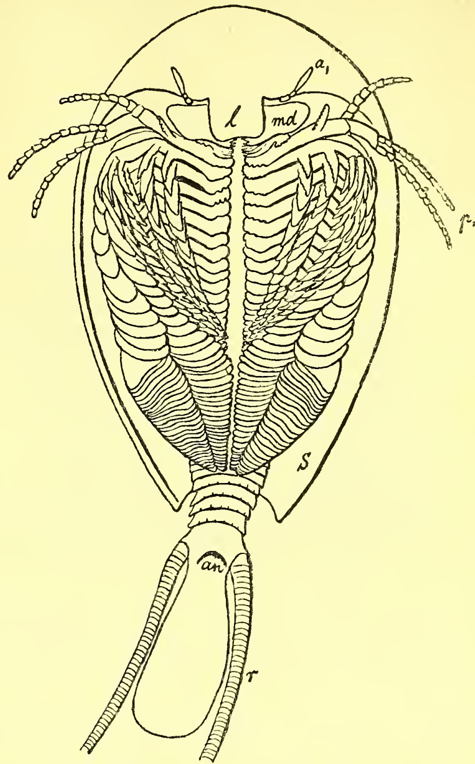


Fig. 155. *Apus productus*, von unten gesehen. a_1 Vorderantenne, *an* After, *l* Oberlippe, *md* Vorderkiefer, p_1 erster Fuss, *r* Schwanzanhang (Ende abgeschnitten), *S* Schild. — Nach H. Milne Edwards.

3. Den Uebergang zur folgenden Ordnung bilden die Gattungen *Estheria*, *Limnadia* u. a., welche sich dadurch auszeichnen, dass das Schild in zwei bewegliche Hälften getheilt, auf der Aussenseite mit einer sehr festen Cuticula ausgestattet ist und den ganzen Körper umschliesst (einer Muschelschale zum Verwechseln ähnlich, kann wie eine solche geschlossen werden); ferner dadurch, dass die Seitenaugen sehr nahe an einander gerückt oder gar verschmolzen und dass die Hinterantennen sehr kräftig und mit zwei gegliederten Geisseln (resp. dem Aussenast und dem distalen Theil des Stammes) ausgestattet sind, während das erste Antennenpaar nur eine geringe Grösse erreicht.

2. Ordnung. **Daphniden** (*Cladocera*).

Die Daphniden sind als eigenthümlich entwickelte Phyllopoden aufzufassen mit einer geringen Anzahl von Gliedmaassen und einem grossen, zusammengedrückten, zweiklappigen Schild, welches den Körper mit den Gliedmaassen umschliesst. Auf dem Kopf befindet sich ein grosses, zusammengesetztes, bewegliches, kurzgestieltes Auge, welches durch eine Verschmelzung der beiden Seitenaugen entstanden ist; dieses Auge ist in eine besondere Höhlung eingeschlossen, welche dadurch entstanden ist, dass eine Falte der Haut des Kopfes über das Auge hin gewachsen ist. Ausser diesem Auge findet sich gewöhnlich das kleine unpaare Stirnauge. Das vorderste Antennenpaar ist meist kurz, mit Riechhaaren versehen. Die Hinterantennen sind kräftige, zweiästige Schwimmwerkzeuge. Ausser

den Vorderkiefern ist nur noch ein schwach entwickeltes Kieferpaar vorhanden. Der kurze Rumpf ist mit ähnlichen abgeplatteten Schwimmfüssen wie bei den Phyllopoden ausgestattet, es sind aber nur 4—6 Paare davon vorhanden. Der Schwanz ist nach unten gebogen

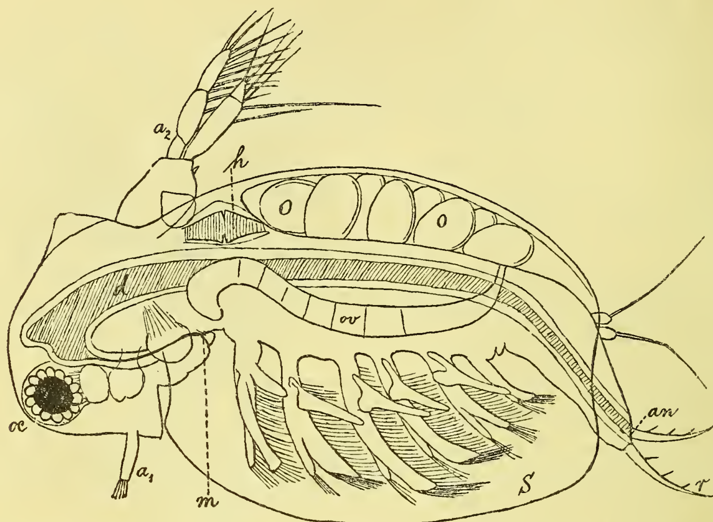


Fig. 156. Daphnide, *Sida crystallina*, mit 8 Wintereiern in der Bruthöhle. a_1 Vorder-, a_2 Hinterantenne, *an* After, *d* Darm, *h* Herz, *m* Mundöffnung, *O* Eier, *oc* Auge, *ov* Eierstock, *r* Schwanzanhang, *S* Schild. — Nach Weismann.

und an der Spitze mit zwei zugespitzten, ungegliederten Schwanzanhängen versehen. — Ein kräftig pulsirendes kurzes Herz befindet sich vorn auf der Rückenseite, eigentliche Gefässe fehlen sonst. Es ist eine wohlentwickelte Schalendrüse vorhanden.

Einige Daphniden weichen von dem beschriebenen allgemeinen Typus dadurch ab, dass das Schild fehlt oder nur schwach entwickelt ist, durch die langgestreckte Form des Körpers und durch abweichende Gestaltung der Rumpfgliedmaassen.

Die Daphniden sind kleine (höchstens wenige mm lange), durchsichtige Thiere, welche grösstentheils im Süsswasser, in geringerer Anzahl im Meere leben; sie bewegen sich hüpfend im Wasser („Wasserflöhe"). Im Laufe des Sommers findet man gewöhnlich nur Weibchen, welche sich parthenogenetisch durch grosse, dünnschalige „Sommereier" fortpflanzen, die in dem Raume zwischen der Rückenseite des Rumpfes und dem Schilde „ausgebrütet" werden; die Jungen verlassen diese Bruthöhle ungefähr in der Gestalt der Mutter. Im Herbst erscheinen auch Männchen; die befruchteten Eier, „Wintereier" („Dauereier"), welche dickschaliger sind als die Sommereier, überwintern, gewöhnlich in eine eigenthümliche Hülle (*Ephippium*) eingeschlossen, welche die verdickte Cuticula des Schildes (oder ein Theil derselben) ist, die das Weibchen mit den Eiern zusammen abwirft. Die Wintereier entwickeln sich erst im Frühling; bei einigen Formen verlässt das Junge das Winterei in der Nauplius-Gestalt.

3. Ordnung. **Schwertschwänze** (*Xiphura*).

Bei den jetzt lebenden Schwertschwänzen, welche nur eine einzige Gattung, *Limulus* (die Molukkenkrebse), umfassen, zerfällt der Körper in zwei ungegliederte Abschnitte, Vorderkörper und Hinterkörper, welche durch ein Gelenk mit einander verbunden sind; jeder dieser Abschnitte ist durch Verschmelzung mehrerer Segmente entstanden. Der Vorderkörper ist stark gewölbt; die Seitentheile sind dünn und bilden je ein Halbdach, welches die Gehfüsse überdeckt. Ein Schild fehlt. Auf der Oberseite des Vorderkörpers findet sich ein Paar grosser, zusammengesetzter, sitzender Seitenaugen; das Stirnauge ist durch ein Paar kleiner Augen vertreten, welche vorn dicht neben einander sitzen. Antennen und Kiefer fehlen ganz. Auf der Unterseite des Vorderkörpers finden sich 6 Paar drehrunde, gegliederte Gehfüsse, welche beim Weibchen sämmtlich mit Scheeren (vergl. die Zehnfüssler) ausgestattet sind, während solche beim Männchen häufig an einigen Füssen fehlen. Die 6 Fusspaare umgeben die weit nach hinten gerückte Mundöffnung; das vorderste Paar, welches weit kleiner ist als die übrigen, hat seinen Platz sogar vor dem Munde; das Grundglied der Beine ist mit Dornen besetzt, so dass diese gleichzeitig als Kauwerkzeuge dienen. Auf der Unterseite des Hinterkörpers sitzen 5 plattenförmige Gliedmaassen-Paare, welche am Innenrande paarweise am Grunde verwachsen sind; jedes dieser Gliedmaassen trägt an seiner hinteren Seite eine Reihe breiter, niedriger Kiemenblätter. Vom hinteren Rand des Vorderkörpers entspringt ein Paar ähnlicher plattenförmiger, aber fester chitinisirter und kiemenloser Gliedmaassen, welche in der Mittellinie verwachsen sind und als ein Deckel die kiementragenden Gliedmaassen bedecken; an der hinteren Seite des Deckels befinden sich sowohl beim Männchen als beim Weibchen die zwei Geschlechtsöffnungen. Der Körper wird hinten durch

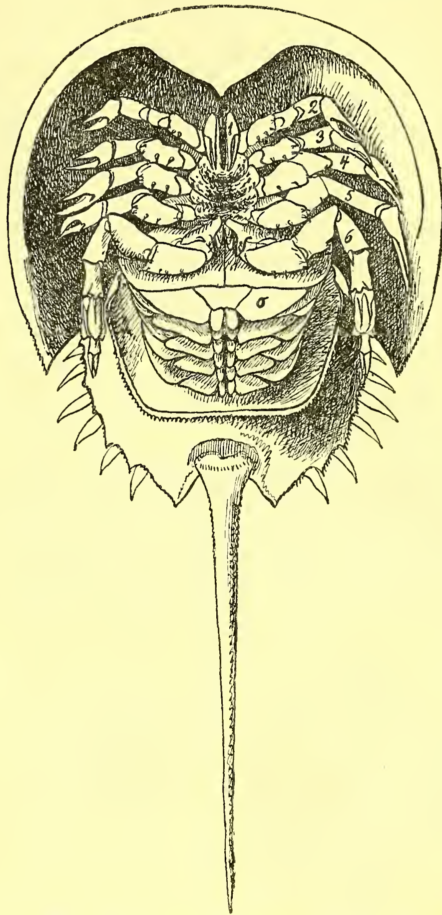


Fig. 157. *Limulus polyphemus*, ♀, von der Unterseite. Verkleinert. 1—6 Gehfüsse, *o* der Deckel der kiementragenden Gliedmaassen, deren Ränder man hinter jenem sieht.

einen langen, beweglich eingelenkten, zugespitzten Schwanzstachel abgeschlossen. — Das Hautskelet ist ziemlich fest, von hornartiger Consistenz und Farbe.

Die Jungen der Schwertschwänze verlassen das Ei auf einer ziemlich vorgeschrittenen Entwicklungsstufe. Das neugeborene Junge zeichnet sich dadurch aus, dass der Hinterkörper gegliedert und der Schwanzstachel nur sehr wenig entwickelt ist.

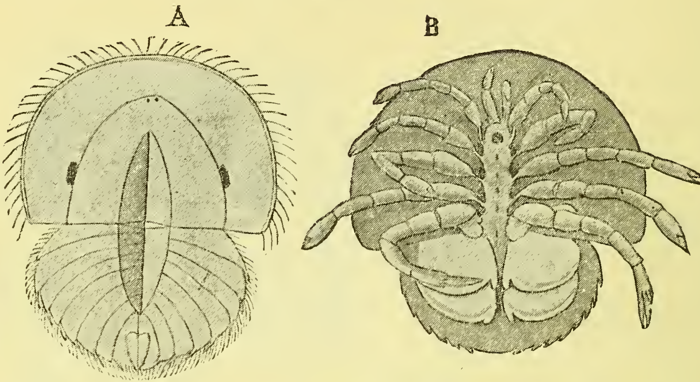


Fig. 158. Junges von *Limulus*, *A* von der Oberseite, *B* von der Bauchseite. — Nach Kingsley.

Die wenigen jetzt lebenden Arten dieser Gruppen sind grosse (bis über $^1/_2$ m lange) Formen, welche an den Küsten Asiens und Amerikas leben. Bei der Bewegung spielt der Schwanzstachel eine nicht unwichtige Rolle, indem er wie ein Stock benutzt wird, um den Körper vorwärts zu schieben. Sie leben von animalischer Nahrung.

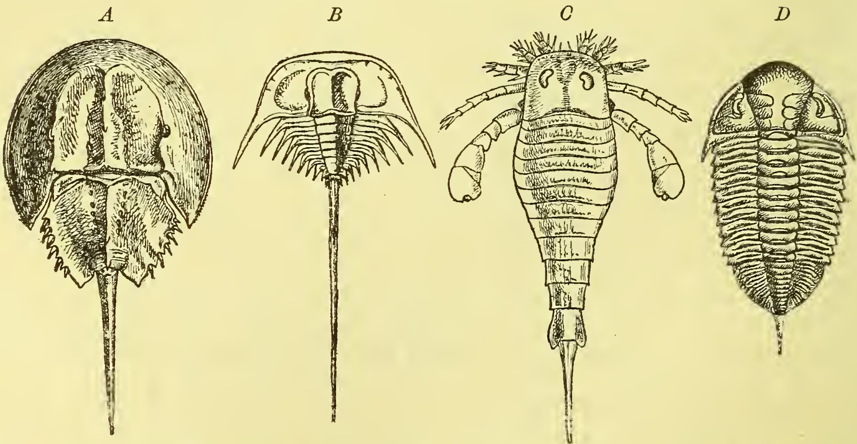


Fig. 159. *A Limulus*, *B Belinurus*, *C Eurypterus*, *D* ein Trilobit (*Dalmanites socialis*).

Unter den ausgestorbenen Schwertschwänzen giebt es einige (z. B. *Belinurus* aus der Kohlenformation) mit einem gegliederten Hinterkörper ebenso wie das Junge von *Limulus*. — Entferntere Verwandte der Schwertschwänze sind die Gatt. *Eurypterus* (Silur) und

andere, mit einem verhältnissmässig kleinen Vorderkörper mit 5 Gliedmaassen-Paaren (in der Hauptsache von ähnlicher Form und Lagerung wie die Vorderkörper-Gliedmaassen von Limulus), mit einem grossen gegliederten Hinterkörper und einem kürzeren Schwanzstachel.

4. Ordnung. **Trilobiten** (*Trilobita*).

Der abgeplattete, im Allgemeinen ovale Körper der Trilobiten zerfällt in drei Abschnitte (vergl. Fig. 159 *D*): Vorderkörper, Hinterkörper und Schwanz, von welchen der Hinterkörper gewöhnlich der grösste ist. Der Vorderkörper ist ungegliedert, vorn und seitlich von einem gebogenen Rand begrenzt, hinten gerade abgeschnitten; die Seitenecken sind nicht selten in je einen nach hinten gerichteten Dorn verlängert. Auf der Oberseite befindet sich in der Regel ein Paar grosser, zusammengesetzter, sitzender Augen. Der Hinterkörper besteht aus einer Anzahl (2—26) beweglicher, kurzer, breiter Segmente. Der Schwanz ist aus einer Anzahl verwachsener Glieder gebildet, deren Grenzen meistens deutlich, zuweilen aber verwischt sind. Der ganze Körper ist auf seiner Oberseite mit zwei Längsfurchen versehen, welche fast von einem Ende des Körpers bis zum anderen verlaufen und die Oberfläche in ein Mittelfeld und zwei Seitenfelder theilen. Die Unterseite des Körpers mit den Gliedmaassen ist wahrscheinlich von sehr weicher, dünnhäutiger Beschaffenheit gewesen, während die Oberseite fest war; von der Unterseite und den daran sitzenden Gliedmaassen hat man nur in wenigen Fällen undeutliche Spuren gefunden, so dass man sich nicht mit Sicherheit über den Bau der Gliedmaassen aussprechen kann; es ist wahrscheinlich, dass es weiche, schwache Gliedmaassen ebenso wie die der Phyllopoden gewesen sind. Einige Trilobiten besassen das Vermögen, sich ähnlich wie gewisse Asseln zusammenzurollen. Ueber ihre Entwicklung weiss man, dass sie als kleine Junge eine geringere Anzahl Segmente als im erwachsenen Zustande besassen.

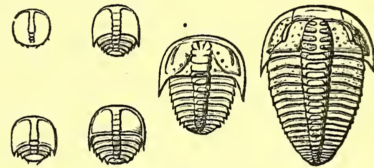


Fig. 160. Entwicklungsstadien eines Trilobiten (*Sao hirsuta*). — Nach Barrande.

Die sehr artenreiche Ordnung der Trilobiten umfasst ausschliesslich ausgestorbene Formen. Die Abtheilung blühte namentlich in der Silurformation, in geringerer Anzahl war sie in der Devonformation vertreten, sie starb in der Kohlenformation aus. Manche Mitglieder derselben waren von recht ansehnlicher Grösse.

5. Ordnung. **Muschelkrebse** (*Ostracoda*).

Für eine oberflächlichere Betrachtung haben die Muschelkrebse eine ziemlich grosse Aehnlichkeit mit den Daphniden, von welchen sie aber bei näherer Prüfung bedeutend abweichen. Der Körper ist kurz, etwas zusammengedrückt und kann mit den Gliedmaassen zusammen völlig von dem sehr festen Schild umschlossen werden; dieses ist in zwei bewegliche Hälften getheilt, die ebenso wie die Hälften einer Muschelschale geöffnet und geschlossen werden können. Vorn am Thiere befindet sich ein (zuweilen in zwei getheiltes) Stirnauge und ausserdem noch bei

einigen Formen ein Paar beweglicher Seitenaugen. Das erste und zweite Antennen-Paar sind kräftig ausgebildet und mit langen Schwimmborsten versehen; beide, jedoch besonders das zweite Paar, sind Schwimm- und Gehwerkzeuge. Die drei Kieferpaare sind sämmtlich wohlentwickelt. Ausser den genannten Gliedmaassen sind nur noch zwei Paar schlanke, gegliederte Rumpfgliedmaassen vorhanden. Der hinterste Theil des Körpers ist nach unten gebogen und endet gewöhnlich mit zwei platten-

Fig. 161.

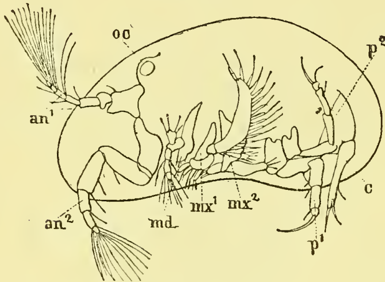


Fig. 162.

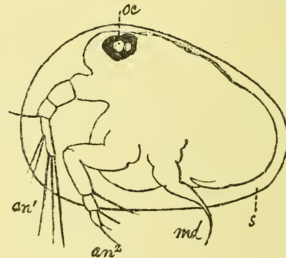


Fig. 161. Ein Muschelkrebs (*Cypris*). *oc* Stirnauge, an^1 Vorder-, an^2 Hinterantenne; *md* Vorder-, mx^1 Mittel-, mx^2 Hinterkiefer; p^1—p^2 erstes — zweites Gehfusspaar, *c* Schwanz. Vergr. — Nach Zenker.

Fig. 162. Nauplius eines Muschelkrebses. *s* Schale, die übrigen Buchstaben wie in der nebenstehenden Figur. — Nach Claus.

förmigen Anhängen. — Was den inneren Bau betrifft, so ist hervorzuheben, dass bei manchen Muschelkrebsen ein Herz fehlt. — Männchen und Weibchen sind schon äusserlich unterschieden (im Baue der Gliedmaassen etc.); merkwürdig ist die kolossale Grösse, welche die Samenkörperchen erreichen: bei der Art *Cypris ovum* z. B. sind sie in ausgestrecktem Zustand ein paar mm lang, d. h. mehr als dreimal so lang wie das ganze Thier. — Bei manchen Muschelkrebsen verlässt das Junge das Ei auf der Nauplius-Stufe, also nur mit Antennen und Vorderkiefern ausgestattet; das Schild ist übrigens schon auf diesem frühen Stadium entwickelt.

Die Muschelkrebse sind Thiere von geringer Grösse, welche schwimmend und kriechend sowohl im Meere als im Süsswasser leben.

6. Ordnung. **Copepoden** (*Copepoda*).

Die Ordnung der Copepoden umfasst theils eine grosse Anzahl freilebender Formen, theils eine Menge Schmarotzer, welche sich zwar jenen eng anschliessen, andererseits aber entsprechend ihren eigenthümlichen Lebensverhältnissen mehr oder weniger, zuweilen sogar in hohem Grade, umgebildet sind. Wir werden zunächst die **freilebenden Copepoden** betrachten.

Der Körper zerfällt in drei Abschnitte: Vorderkörper, Hinterkörper und Schwanz. Am Vorderkörper befindet sich oben ein Stirnauge, welches aus 2, 3 oder mehreren Punktaugen besteht (die bei einigen pelagischen Copepoden eine bedeutende Grösse erreichen); dagegen fehlen Seitenaugen immer. Der Vorderkörper trägt ferner zwei Antennen-Paare, welche beide wohlentwickelt sind. Die

vorderen Antennen sind gewöhnlich die längsten und werden als Schwimmwerkzeuge verwendet; beim Männchen haben sie häufig ausserdem die Aufgabe, das Weibchen während der Begattung festzuhalten: sie sind dann in der Mitte wie geknickt, und der distale Theil kann gegen den proximalen eingeschlagen werden. Die Vorderkiefer sind im Allgemeinen mit einem Palpus ausgestattet, welcher oft einen kleinen Aussenast besitzt (Fig. 151 *D*). Hinter den Vorderkiefern finden sich die Mittel- und Hinterkiefer und ein Paar Kieferfüsse. Der Hinterkörper besteht aus 5 Segmenten, von welchen das vorderste häufig

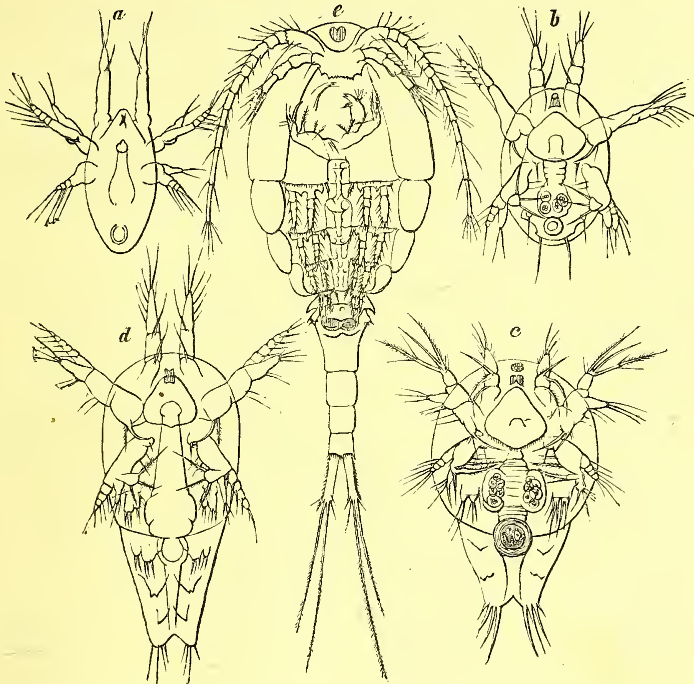


Fig. 163. *Cyclops.* *a* Nauplius, *b—d* spätere Entwicklungsstadien, *e* erwachsenes Thier (von den Mundgliedmaassen ist Oberkiefer und Kieferfuss nur auf der linken Seite der Figur, Mittel- und Hinterkiefer nur auf der rechten Seite dargestellt). Vergr.

mit dem Vorderkörper verschmolzen ist; jedes Segment — oder nur die vier vorderen — trägt ein Paar Schwimmbeine, welche aus je einem kurzen, in zwei Blätter ausgehenden Schaft bestehen; das äussere Blatt stellt den Aussenast dar, das innere sammt dem Schaft den Stamm. Der Schwanz ist der verschmälerte, gliedmaassenlose, aus 5 Segmenten zusammengesetzte Endabschnitt des Körpers; an seinem hinteren Ende finden sich ein Paar ungegliederte, platten- oder griffelförmige Schwanzanhänge, zwischen denen der After seinen Platz hat. — Das Gefässsystem ist wenig ausgebildet; sogar das Herz fehlt meistens. Ebenso fehlen besondere Athmungswerkzeuge. Die Eier werden, in ein oder zwei Eiersäcke eingeschlossen, vom Weibchen umhergetragen; die Wand der Eiersäcke, welche am Grunde des Schwanzes festgeheftet sind, besteht aus einem erhärteten Drüsensecret. — Das Junge ver-

lässt das Ei als ovaler Nauplius mit Stirnauge und den für diese Entwicklungsstufe charakteristischen Anhängen (Antennen, Vorderkiefern), mittels welcher es lebhaft im Wasser umherschwimmt. Die übrigen Gliedmaassen sprossen allmählich hervor, indem der Körper nach und nach an Länge zunimmt.

Die freilebenden Copepoden, deren Bau und Entwicklung wir soeben betrachtet haben, sind kleine schwimmende Thiere, welche man sowohl im Süsswasser wie im Meere, häufig in ungeheuren Schaaren, findet; grosse Strecken der Oberfläche des Meeres können von diesen Thierchen rothgefärbt sein. Die wichtigste Nahrung der grossen Häringsschwärme besteht, wenigstens an manchen Stellen, aus gewissen Arten dieser Abtheilung, welche auch einen bedeutenden Beitrag zur Nahrung der Bartenwale liefert.

In den süssen Gewässern Deutschlands finden sich häufig Arten der Gatt. *Cyclops* mit zwei Eiersäcken, u. a.

Die **schmarotzenden Copepoden** umfassen eine Menge verschiedener Formen, welche auf (seltener in) verschiedenen Wasserthieren, meistens Meeresthieren leben; man trifft sie besonders bei Fischen

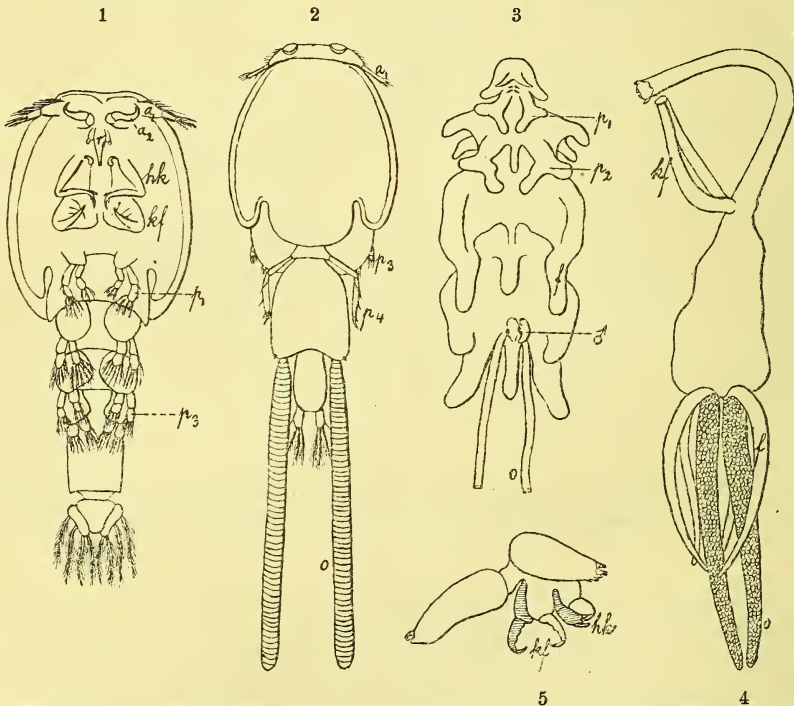


Fig. 164. Verschiedene schmarotzende Copepoden: 1 *Nogagus borealis*, Männchen von unten. 2 *Caligus rapax*, Weibchen von oben. 3 *Chondracanthus gibbosus*, Weibchen von unten (♂ das Männchen). 4 *Brachiella thynni*, Weibchen, 5 Männchen derselben Art (stärker vergr.). a_1—a_2 Vorder- und Hinterantenne, *f* Anhang am Hinterende, *hk* Hinterkiefer, *kf* Kieferfuss, p_1—p_4 erstes—viertes Beinpaar, *o* Eiersack. — 1, 2, 4, 5 nach Steenstrup & Lütken, 3 nach Claus.

(namentlich an der Haut und an den Kiemen), ferner auch bei Würmern, Weichthieren etc.; oft erreichen sie eine ansehnlichere Grösse als die freilebenden (mehrere cm). Einige von ihnen (Fig. 164, 1—2), z. B. die

Fischläuse (*Caligus*), weichen verhältnissmässig wenig von den freilebenden Copepoden ab: die Oberkiefer sind zu Stechwerkzeugen umgebildet, welche in eine durch Verwachsung der Ober- und Unterlippe gebildete Röhre, den Rüssel, eingeschlossen sind; einige von den Gliedmaassen (Hinterantennen, Hinterkiefer, Kieferfüsse) sind zu Greifhaken (Haftwerkzeugen) umgebildet; im Uebrigen sind aber diese Formen, welche man z. B. an der Haut der Fische findet, von den freilebenden nicht auffallend verschieden [1]), die beiden Geschlechter sind nicht sehr ungleich, und sowohl Männchen als Weibchen sind beweglich, nicht an dieselbe Stelle des Wirths gebunden. — Bei anderen (Fig. 164, 3—4) ist die Umbildung grösser, die Anpassung an das Schmarotzerleben inniger; besonders wird das bei den Weibchen augenfällig. Die Umbildung, welche übrigens bei verschiedenen Formen einen sehr verschiedenen Grad erreicht, bewegt sich in der Richtung des Plumpen, Unförmlichen, Unbeweglichen: der Schwanz bildet sich zurück, die Gliederung verwischt sich, diejenigen Gliedmaassen, welche nicht als Haftwerkzeuge fungiren, verschwinden oder werden unbrauchbar, was namentlich von den eigentlichen Beinen gilt, welche entweder fehlen oder zu verschwindend kleinen Theilen rückgebildet sind (Fig. 165 *B*) oder aber zu grossen, plumpen, borstenlosen Anhängen werden, welche nur schwache Andeutungen der ursprünglichen Form aufweisen. Oft sind solche Schmarotzerkrebse mit eigenthümlichen Auswüchsen versehen, wodurch ihr Aussehen noch auffälliger wird. In der Regel sind sie blind. Wo die Reduction am weitesten vorgeschritten ist, ist das ganze Thier ein Sack ohne Gliedmaassen (Fig. 165 *C*), nur mit zwei kürzeren oder längeren (oft fadenförmigen) Eiersäcken ausgestattet. Sie sind dem Wirth unbeweglich angeheftet, in einigen Fällen vermittels der hinteren Antennen, der Hinterkiefer oder der zu langen Armen umgebildeten Kieferfüsse, in anderen Fällen dadurch, dass der ganze vordere Theil des Thieres in den Körper des Wirths eingesenkt ist. Die Männchen der stärker umgebildeten Formen sind meistens Zwergmännchen, welche nur einen geringen Bruchtheil der Grösse der Weibchen erreichen und in der Regel an diesen, in der Nähe der Geschlechtsöffnungen, festgeheftet sitzen; sie sind gewöhnlich nicht in dem Maasse umgebildet, wie die Weibchen es sein können, besitzen in der Regel mehrere deutliche Gliedmaassenpaare etc.

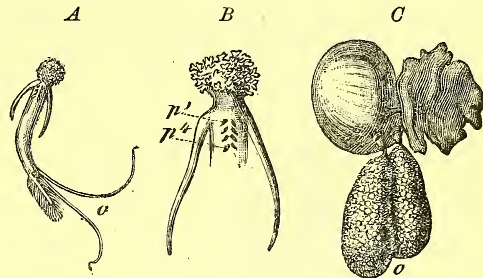


Fig. 165. *A Penella sagitta* (parasitisch auf gewissen Fischen), ♀, natürl. Gr., *B* der vorderste Theil derselben, vergr. p^1 erstes, p^4 viertes Beinpaar, *o* Eiersack. — *C Herpyllobius arcticus* (Schmarotzer auf Borstenwürmern), ♀, vergr. *o* Eiersack. Der unregelmässig gelappte Abschnitt ist in den Körper des Wirths eingesenkt. — Nach Steenstrup & Lütken.

Die schmarotzenden Copepoden verlassen ebenso wie die freilebenden

1) Es ist jedoch zu bemerken, dass die vorderen Antennen, welche bei den freilebenden Copepoden gewöhnlich sehr lang sind, mehr oder weniger verkürzt sind; der Mittelkiefer ist rudimentär; das Auge kann vorhanden sein oder fehlen. Nicht selten (z. B. bei Caligus) ist der Körper abgeplattet, der Hautoberfläche des Wirths angepasst.

das Ei als Nauplien, welche frei umherschwimmen, und nach einigen Häutungen erreichen sie eine Gestalt, welche der bleibenden Form der freilebenden ähnlich ist; wenn die Schmarotzer später im ausgebildeten Zustand unförmliche Gestalten sind, so verdanken sie dies einer nach der Festheftung stattfindenden „rückschreitenden Metamorphose".

Bei einigen Schmarotzerkrebsen, z. B. der an den Kiemen des Dorsches lebenden *Lernaea branchialis*, sind Männchen und Weibchen noch auf dem Zeitpunkt, wo sie sich begatten, einander einigermaassen ähnlich und besitzen dann noch eine ziemlich normale Copepodenform; nach der Paarung wächst das Weibchen aber stark und wird ganz unförmlich, während das Männchen zu Grunde geht, weshalb man an den erwachsenen Lernaea-Weibchen keine Männchen findet.

7. Ordnung. **Rankenfüssler** (*Cirripedia*).

Die Rankenfüssler sind mit einem futteralartigen Schild, dem sogenannten Mantel, versehen, welches nur am Kopfende mit dem übrigen Thier zusammenhängt, während es im Uebrigen den Körper

Fig. 166.

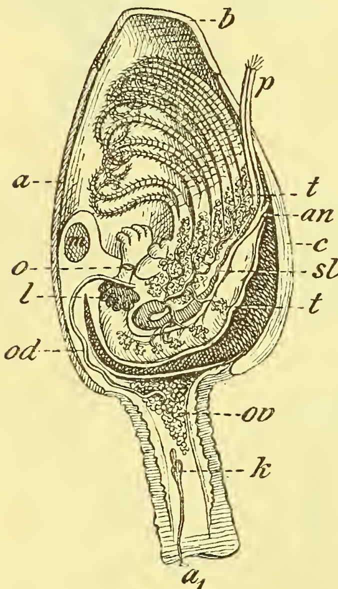


Fig. 167.

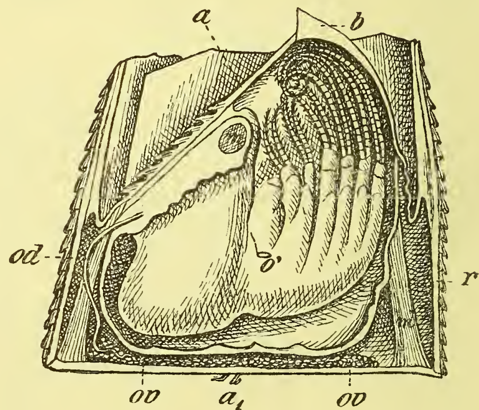


Fig. 166. *Lepas.* Die rechte Mantelhälfte ist entfernt, der Körper in Längsschnitt dargestellt. — Nach Claus.

Fig. 167. *Balanus.* Die rechte Hälfte des Mantels und der Schale weggenommen. — Nach Darwin.

Gemeinsame Bezeichnung: *a* und *b* die paarigen Mantelplatten, *c* unpaare Rückenplatte. a_1 Vorderantenne, *an* After, *k* Kittdrüse, *l* Leber, *m* Schliessmuskel des Mantels, *m'* Rückziehmuskel, *o'* weibliche Geschlechtsöffnung, *od* Eileiter, *ov* Eierstock, *p* Penis, *r* Schale, *sl* Samenleiter, *t* Hoden.

lose umhüllt; der von demselben umschlossene Hohlraum steht nur durch eine Spalte an der Bauchseite mit der Aussenwelt in Verbindung. Bei einer Hauptabtheilung der Rankenfüssler, den Lepadiden (Enten-

muscheln), ist der Mantel an seinem vorderen Ende in einen dicken, kürzeren oder längeren Stiel ausgezogen, vermittels dessen das Thier an fremden Gegenständen festgeheftet ist. Der Mantel ist bei den meisten Lepadiden (z. B. der Gatt. *Lepas*) auf seiner Aussenseite mit 5 Kalkplatten versehen, von welchen eine schmal ist und längs des Rückenrandes des zusammengedrückten Mantels liegt, während die übrigen 4, 2 auf jeder Seite, grössere oder kleinere Theile der Seitenflächen des Mantels bedecken; diejenigen Theile der Aussenfläche, welche diese Platten unbedeckt lassen (bei *Lepas* sind das übrigens nur die Grenzfurchen zwischen den Platten, bei anderen können grössere Theile unbedeckt sein), sind mit einer dünnen Cuticula überzogen, welche auch den Stiel, die Innenseite des Mantels und den Körper bekleidet; die Kalkplatten sind als besonders stark ausgebildete Partien der Cuticula aufzufassen. Bei einigen Lepadiden findet man ausser diesen 5 Platten

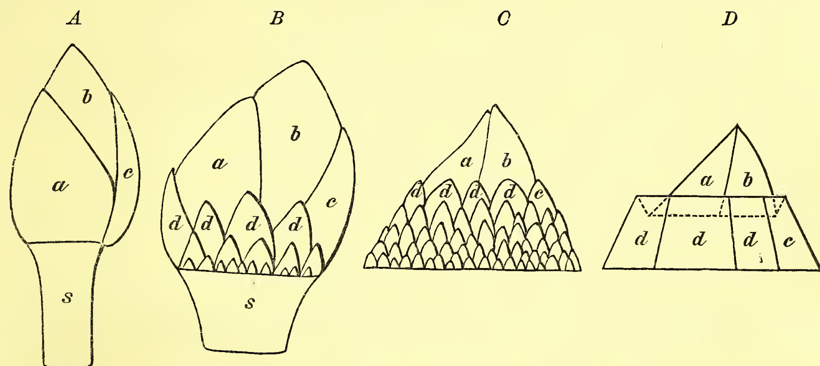


Fig. 168. Schematische Figuren, welche den Uebergang von der Lepadiden- zur Balanengestalt zeigen. *A Lepas*, *B Pollicipes*, *C* ein Balanide mit vielen kleinen Platten (*Catophragmus*), *D Balanus*. *s* Stiel, *a—d* Kalkplatten, *a—b* Seitenplatten, *c* Rückenplatte. Die Buchstaben haben in allen Figuren dieselbe Bedeutung. — Orig.

noch eine Anzahl grössere und kleinere Platten an der Grenze des Stieles und des übrigen Mantels (Fig. 168 *B*). Bei den Balaniden (Seepocken), einer anderen Hauptabtheilung der Rankenfüssler, fehlt der Stiel, das Thier ist aber auch hier an fremden Gegenständen festgeheftet und zwar mit demselben Theil des Mantels wie bei den Lepadiden; die Haftfläche ist bei diesen Thieren gross und mit einem Kalküberzug versehen. Diejenigen Platten, welche bei den letztgenannten Lepadiden an der Grenze des Stieles sitzen (Fig. 168 *B, d*), sind nebst der unpaaren der zuerst genannten 5 Platten (*c*) bei den Balanen zu einer festen Schale verbunden, welche wie eine Schachtel den grössten Theil des Thieres umgiebt; diese Schale besteht zuweilen, aber seltener, aus einer grossen Anzahl von Platten in mehreren Kreisen (Fig. 168 *C*), weit häufiger aber aus einer geringeren Anzahl (8, 6) grosser Platten, welche einen Kreis bilden (*D*, *d—c*). Einen Deckel der Schachtel stellt der übrige Theil des Mantels mit den vier grossen Platten (*a*, *b*) der Lepadiden dar, welche hier verhältnissmässig klein sind; in diesem Theil des Mantels findet sich die enge, spaltförmige Oeffnung, welche in die Mantelhöhle führt.

Von den Anhängen des Körpers ist das erste Antennenpaar in einem rudimentären Zustand vorhanden; es befindet sich bei den

Lepadiden auf der Haftfläche des Stieles, bei den Balanen an der entsprechenden Stelle. An diesen Antennen öffnet sich je eine Kittdrüse, durch deren Secret das Thier an der Unterlage befestigt ist. Das 2. Antennenpaar fehlt dagegen beim erwachsenen Thier völlig. An der Mundöffnung sind die gewöhnlichen drei Kieferpaare vorhanden; keines derselben ist stark entwickelt. Die Unterseite des Rumpfes — welche, wie aus Fig. 166—167 ersichtlich, nach oben gewendet ist — trägt 6 Paar Rankenfüsse, die aus je einem zweigliedrigen Schaft und zwei vielgliedrigen, sehr biegsamen, peitschenähnlichen Aesten bestehen; der äussere der letzteren ist der Aussenast, der Schaft und der andere Ast bilden den Stamm. Die Rankenfüsse, deren Aeste mit Haaren ausgestattet sind, können aus der Mantelspalte hervorgestreckt und wieder zurückgezogen werden; sie werden dazu benutzt, kleine Organismen, welche dem Thiere als Nahrung dienen, in die Mantelhöhle hineinzustrudeln; die Bewegung der Rankenfüsse geschieht in der Weise, dass sie dicht zusammengelegt aus der Spalte hervorgestreckt, dann fächerförmig ausgebreitet, darauf wieder zusammengelegt und mit einem Ruck in die Mantelhöhle zurückgezogen werden. Bei den Balanen sind die vorderen Rankenfüsse bedeutend kürzer als die hinteren. Der Körper ist meistens undeutlich gegliedert und trägt häufig an der Spitze ein Paar kleiner gegliederter oder ungegliederter Schwanzanhänge. — Von Augen besitzt das ausgebildete Thier nur ein doppeltes Stirnauge, während die Seitenaugen fehlen. Herz und Blutgefässe fehlen.

Die Bauchganglienkette ist sehr zusammengedrängt, bei den Balanen sind sogar sämmtliche Bauchganglien zu einem einzigen grossen Knoten verschmolzen. Der Darmkanal endet auf der Spitze des Körpers. Bei den Lepadiden sind Kiemen in Gestalt dünnhäutiger, geisselartiger Anhänge vorhanden, welche von der Basis eines oder mehrerer Rankenfusspaare entspringen. Diese — vielleicht als Nebenäste aufzufassenden — Anhänge fehlen den Balaniden, welche dagegen mit einer jederseits von der Innenseite des Mantels entspringenden, ansehnlichen, gefalteten Kieme ausgestattet sind. In rückgebildeter Gestalt ist dieselbe auch bei den Lepadiden vorhanden, hat aber bei diesen eine andere Aufgabe, nämlich die Eierplatten (vergl. unten) zu tragen.

Im Gegensatz zu beinahe allen anderen Krebsthieren sind die meisten Rankenfüssler hermaphroditisch. Die Eierstöcke liegen bei den Lepadiden im Stiel, bei den Balanen an der Anheftungsfläche; auf jeder Seite des Körpers mündet ein Eileiter. Die verzweigten Hoden finden sich im eigentlichen Körper; die Samenleiter münden mit einer gemeinsamen Oeffnung an der Spitze eines langgestreckten Begattungsorgans, welches am Ende des Körpers angebracht ist. Sehr merkwürdig ist es, dass bei gewissen Lepadiden ausser den zwittrigen Individuen ganz kleine Männchen vorkommen, welche den Hermaphroditen angeheftet sind (man findet sie in der Mantelhöhle oder an der Oeffnung derselben); diese Ergänzungsmännchen[1]) sind zuweilen den Hermaphroditen in der Körpergestalt ähnlich, in anderen Fällen treten sie in sehr rückgebildeter Form auf. — Die Eier bleiben, zu grossen Eierplatten zusammengekittet, in der Mantelhöhle, so lange bis die Jungen sich entwickelt haben.

1) Bei anderen ist eine wirkliche geschlechtliche Trennung vorhanden: die Weibchen besitzen die gewöhnliche Form, die Männchen sind Zwerge, den genannten Ergänzungsmännchen ähnlich.

Die Rankenfüssler verlassen das Ei als ein Nauplius von gewöhnlicher Gestalt, welcher nach einigen Häutungen in das sogenannte Cypris-Stadium übergeht; der Name bezieht sich auf eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Cypris (Muschelkrebs). In diesem Stadium, in welchem das Thier ebenso wie im Nauplius-Stadium frei umherschwimmt, ist das erste Antennenpaar wohlentwickelt vorhanden und an seinem vorletzten Glied mit einer Haftscheibe versehen; das zweite Antennenpaar ist ganz verschwunden, dagegen aber haben sich 6 Paar Schwimmbeine, welche denen der Copepoden ähnlich sind, entwickelt; ausser dem Nauplius-Auge ist ein Paar grosser, zusammengesetzter Seitenaugen und ein zweiklappiges, den Körper umschliessendes Schild vorhanden. Nach einiger Zeit heftet sich das Thier mit den Antennen fest, das Secret der Kittdrüsen strömt durch letztere aus und fesselt für immer das Thier an den einmal gewählten Platz, die grossen Augen verschwinden, dagegen bleibt das Stirnauge erhalten, die Schwimmbeine bilden sich allmählich zu Rankenfüssen um, indem ihre Aeste sich in die Länge strecken etc., und durch eine Reihe von Umbildungen erreicht das Thier die Lepadiden- resp. Balaniden-Gestalt.

Alle Rankenfüssler leben im Meere.

1. Die Lepadiden (Entenmuscheln, *Lepadidae*) sind mit einem kürzeren oder längeren Stiel versehen; der Mantel mit 5 (oder mehr) Platten. Viele Lepadiden heften sich an Gegenständen an, welche im Meere schwimmen (Schiffen, schwimmenden Bimsteinstücken etc.); dies ist z. B. bei der Gatt. *Lepas* der Fall, deren 5 Kalkplatten fast die ganze Oberfläche des Mantels bedecken. — Andere Lepadiden, z. B. das mit zahlreicheren Kalkplatten und mit Ergänzungsmännchen ausgestattete *Scalpellum* (welches dem in Fig. 168 *B* abgebildeten *Pollicipes* ähnlich ist), heften sich an unbewegten Gegenständen an, z. Th. in grösserer Tiefe.

Zu den Lepadiden gehört auch die Gatt. *Lithothrya*, welche vermittels feiner, fester, dem sehr dicken Stiel aufsitzender Chitindornen sich eine Höhle in Kalkstein, Korallenblöcken etc. bohrt. — Ferner die sehr abweichende Gatt. *Alcippe*, welche getrennten Geschlechts ist (das Weibchen besitzt nur das 1., 5. und 6. Paar Rankenfüsse, das Männchen ist ein Zwerg ohne Darmkanal etc.); sie bohrt sich Höhlungen in der Wand todter Schneckengehäuse. — In die Haut gewisser Haie eingebohrt findet man eine eigenthümliche Lepadide, *Anelasma squalicola*, von deren Stiel feine, verästelte Fäden entspringen, welche im Körper des Haies festsitzen; die Rankenfüsse sind borstenlos (erinnern an die Gliedmaassen gewisser schmarotzender Copepoden), der Mantel ohne Kalkplatten, dagegen sind die Mundtheile recht gut entwickelt. Ob diese Form ein echter Schmarotzer ist, welcher sich vom Körper des Haies ernährt, oder ob sie lediglich auf diesem ihre Wohnung hat, ist unsicher; ersteres dürfte aber das Wahrscheinlichere sein.

2. Die Balaniden (Seepocken, *Balanidae*) sind ungestielt und besitzen eine meistens aus einem einzigen Kreis von Kalkplatten gebildete Schale mit einem Deckel, welcher mit 4 Platten ausgestattet ist und eine Spalte in der Mitte besitzt (vergl. oben). Dazu gehört die Gatt. *Balanus*, welche z. B. oft in Schaaren grosse Steine am Meeresstrande überzieht, wo die Thiere bald vom Wasser bedeckt, bald unbedeckt sind. Andere Gattungen findet man auf Seeschildkröten festgeheftet oder an der Haut von Walen (mit dem unteren Ende in die Oberhaut des Wales eingesenkt: *Coronula* u. a.).

3. Die Wurzelkrebse (*Rhizocephala*) bilden eine dem Schmarotzerleben entsprechend umgebildete, höchst eigenthümliche Abtheilung der Rankenfüssler, welche sich, wenn wir nur den ausgebildeten Zustand in Betracht ziehen, von dem Bilde, das wir oben von der Ordnung gegeben haben, weit entfernen. Der Körper des erwachsenen Thieres zerfällt in zwei Abschnitte: einen vorderen, aus reich verästelten Fäden bestehend, welche im Körper des Wirths verborgen liegen, und einen hinteren sackförmigen Abschnitt, welcher ausserhalb des Körpers hängt und durch

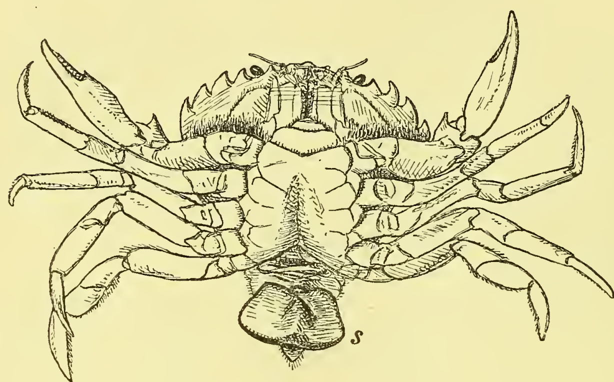


Fig. 169. Ein Wurzelkrebs (*Sacculina*), *s*, auf der Unterseite des Schwanzes einer Strandkrabbe; die Krabbe ist von der Unterseite gesehen, der Schwanz ist künstlich mit der Spitze nach hinten ausgestreckt worden. — Orig.

einen kurzen Stiel mit dem vorderen verbunden ist; die Fäden des vorderen Abschnittes umspinnen die inneren Organe des Wirths und nehmen endosmotisch Nahrung aus demselben auf; sie lassen sich sowohl nach ihrem Aussehen als nach ihrer Function mit dem Wurzelsystem einer Pflanze vergleichen. Der sackförmige Theil ist von einem weichen Mantel umgeben; die Mantelhöhle, in welcher die Eier aufbewahrt werden, steht nur durch eine kleine Oeffnung mit der umgebenden Welt in Verbindung. Darmkanal und sämmtliche Gliedmaassen fehlen. Die Wurzelkrebse durchlaufen eine Metamorphose, deren erste Stufen denen der normalen Rankenfüssler ähnlich sind (Nauplius-, Cypris-Stadium); nach der Festheftung am Wirth unterliegt das Thier aber einer Umbildung, deren Resultat die oben beschriebene abenteuerliche Gestalt ist. Sie schmarotzen auf Zehnfüsslern, eine Art (*Sacculina carcini*) findet man z. B. recht häufig auf der Unterseite des Schwanzes der gemeinen Krabbe (*Carcinus maenas*) der europäischen Küsten, eine andere (*Peltogaster paguri*) am Schwanze der Einsiedlerkrebse (das Wurzelsystem durchzieht in beiden Fällen den ganzen Körper des Wirths, dessen Geschlechtsorgane nicht zur Reife kommen etc.).

2. Unterclasse. **Malakostraken** (*Malacostraca*).

Im Gegensatz zu den Entomostraken, deren Segment- und Gliedmaassen-Zahl innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt, finden wir bei den Malakostraken eine typische Zahl von Segmenten und Gliedmaassen, eine Zahl, welche bei gewissen Formen dadurch verringert werden kann, dass einzelne Segmente oder Gliedmaassenpaare nicht zur Entwicklung gelangen, welche aber niemals überschritten wird.

Der Körper der Malakostraken zerfällt in drei Abschnitte: den Kopf, den Rumpf, welcher aus 8 Segmenten besteht, und den 7-

7-gliedrigen Schwanz. Vom Kopf entspringt bei den meisten Ordnungen ein Schild, welches immer nur den Rumpf selbst (oft sogar nicht den ganzen Rumpf) bedeckt, nicht aber die Rumpfgliedmaassen und den Schwanz (vergl. die Verhältnisse bei den Daphniden, Phyllo-

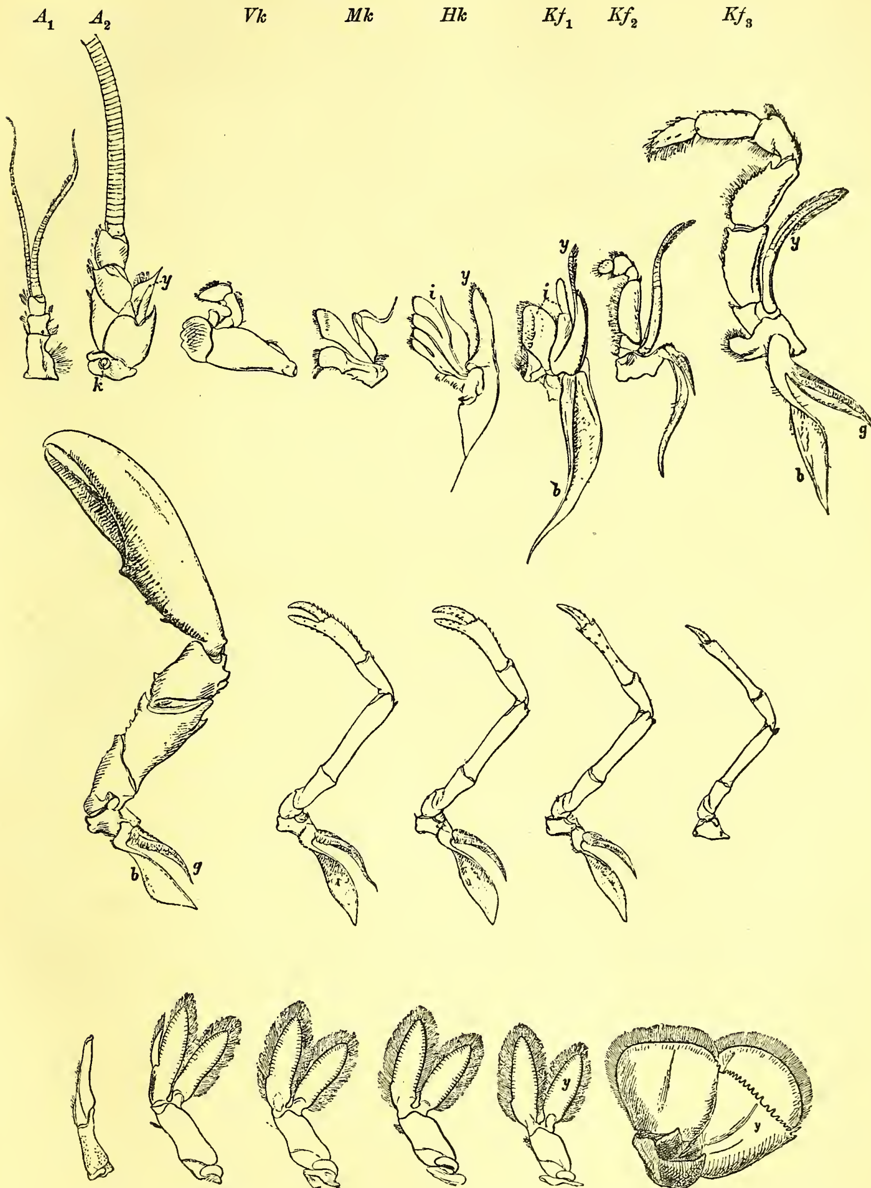


Fig. 170. Die Gliedmaassen eines Hummers, ♂; alle gehören der linken Seite an und sind von hinten (unten) gesehen. In der oberen Reihe sind dargestellt: Vorderantenne (A_1), Hinterantenne (A_2), Vorder-, Mittel-, Hinterkiefer (*Vk*, *Mk*, *Hk*), die drei vordersten Rumpffüsse (Kf_{1-3}). In der mittleren Reihe der vierte bis achte Rumpffuss. In der unteren Reihe die Schwanzfüsse. *i* Stamm, *y* Aussenast, *b* Nebenast, *g* Kieme, *k* Oeffnung der Antennendrüse. — Orig.

poden etc.); das Schild ist stets mit einem kleineren oder grösseren Theil der Rückenseite des Rumpfes verwachsen, während die Seitentheile frei sind; seine äussere Oberfläche ist mit einer festen Cuticula bedeckt, welche oft eine bedeutende Dicke erreicht. Der Kopf trägt ferner: ein Paar grosse, zusammengesetzte, meist gestielte und bewegliche Seitenaugen, während das Stirnauge in der Regel beim ausgebildeten Thier fehlt; die Vorderantennen, aus einem dreigliedrigen Schaft und zwei vielgliedrigen Geisseln bestehend, von welchen die äussere die Riechhaare trägt (die andere fehlt nicht selten); die Hinterantennen, mit einem fünfgliedrigen Schaft, welcher sich in eine vielgliedrige Geissel fortsetzt und von dessen zweitem Segment sehr häufig ein plattenförmiger, ungegliederter Aussenast entspringt; endlich ein Paar kräftiger Vorderkiefer, häufig mit dreigliedrigem Palpus, ein Mittel- und ein Hinterkieferpaar, beide von abgeplatteter Form. Der Rumpf, welcher vom Kopf nicht durch eine scharfe Grenze gesondert ist und dessen Segmente häufig, alle oder zum Theil, mit einander unbeweglich verbunden sind, trägt 8 Paar Rumpffüsse, welche typisch (vergl. Fig. 150 *B*) aus je einem 7-gliedrigen, schlanken Stamm bestehen, dessen Grundglied einen plattenförmigen, ungegliederten Nebenast trägt, während vom zweiten Glied ein gewöhnlich schmälerer, am Rande behaarter, feingliedriger Aussenast entspringt; häufig fehlt übrigens der Aussenast oder der Nebenast oder beide, und in Folge von Verwachsung einiger Glieder kann der Stamm eine geringere Gliederanzahl als sieben haben. Selten sind alle 8 Rumpffusspaare wesentlich gleich; gewöhnlich sind das erste oder die zwei bis drei ersten Paare als Kieferfüsse ausgebildet, in den Dienst der Ernährung getreten, während die übrigen der Bewegung dienen oder als Greifbeine entwickelt sind. Der Schwanz ist typisch 7-gliedrig; während die Eingeweide grösstentheils ihren Platz im Rumpfe finden, ist jener gewöhnlich von kräftigen Muskeln ausgefüllt und als wirksames Bewegungswerkzeug thätig; die 6 vorderen Segmente tragen in der Regel je ein Paar Gliedmaassen, die Schwanzfüsse, welche aus einem zweigliedrigen Schaft und zwei Blättern bestehen (das äussere Blatt stellt den Aussenast dar) und meistens als Schwimmwerkzeuge fungiren; das letzte Schwanzfusspaar ist in der Regel, von den übrigen etwas abweichend, nach hinten gerichtet, oft breit und mit kurzem Schaft; es bildet mit dem siebten, immer gliedmaassenlosen Schwanzglied häufig einen Schwanzfächer. — Von anderen gemeinsamen Charakteren sind die folgenden hervorzuheben: Ein Theil des Vorderdarmes, welcher auf die kurze Speiseröhre folgt, ist als Kaumagen ausgebildet; derselbe ist innerlich mit einer Chitinhaut ausgekleidet, welche mit festen, zahnartigen Platten und mit Borsten ausgestattet ist. Der übrige Darmkanal ist schlauchförmig, der After befindet sich auf der Unterseite des letzten Schwanzgliedes; hinter dem Kaumagen mündet in den Darm die aus einer grösseren oder kleineren Anzahl von Schläuchen zusammengesetzte Leber. Das Herz ist in den meisten Fällen kurz und breit, zuweilen mehr gestreckt, fast immer mit nur 3 Spaltenpaaren (oder weniger) versehen. Die Eierstöcke sind meistens theilweise mit einander verbunden; die Eileiter sind dagegen gesondert und öffnen sich an der Unterseite des drittletzten Rumpfsegmentes oder im Basalgliede der diesem Segmente angehörenden Gliedmaassen (des 6. Rumpffusspaares). Die Hoden verhalten sich wesentlich wie die Eierstöcke, die Samenleiter öffnen sich am

letzten (8.) Rumpfsegment oder im Basalgliede des 8. Rumpffusspaares.

Anmerkung. Eine Uebergangsform von den Entomostraken, speciell den Blattfüsslern, zu den Malakostraken ist die am richtigsten den Blattfüsslern zuzurechnende Gattung *Nebalia*, welche im Mittelmeer, in der Nordsee, an der Küste von Grönland etc. lebt. Der Körper zerfällt in Kopf, Rumpf und Schwanz; der Rumpf ist 8-gliedrig mit 8 gleichgebildeten Gliedmaassenpaaren, welche denen anderer Blattfüssler ähnlich sind: jede dieser Gliedmaassen (Fig. 150, *A*) ist 7-gliedrig, abgeplattet,

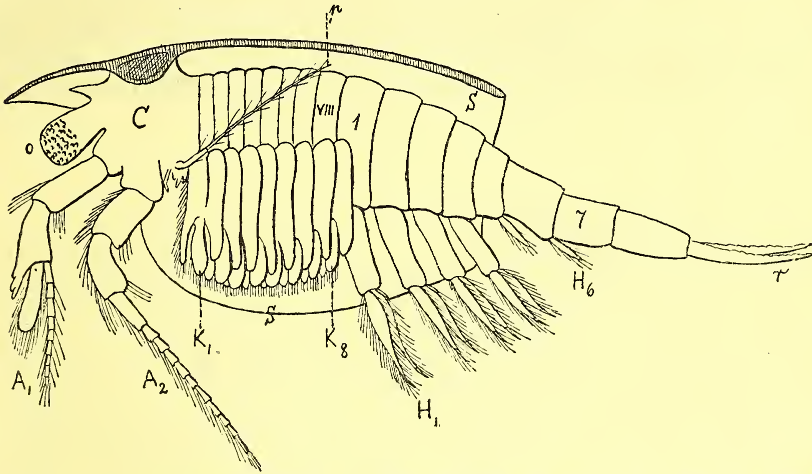


Fig. 171. ***Nebalia Geoffroyi.*** ***VIII*** **achtes Rumpfsegment,** ***1, 7*** **erstes und siebtes Schwanzsegment;** A_1**—**B_2 **Vorder- und Hinterantenne,** ***C*** **Kopf;** H_1**,** H_6 **erster und sechster Schwanzfuss;** K_1**,** K_8 **erster und achter Rumpffuss,** ***o*** **Auge,** ***p*** **Vorderkiefer-Taster,** ***r*** **Schwanzanhänge,** ***S*** **Schild (linke Seite weggenommen). — Nach H. Milne Edwards.**

mit breitem Aussen- und Nebenast. Der Schwanz ist 8-gliedrig und an der Spitze mit einem Paar von Schwanzanhängen wie die Blattfüssler ausgestattet, dabei aber mit ähnlichen Schwanzfüssen (6 Paar) wie die Malakostraken versehen. Ein grosser Theil des Körpers und der Gliedmaassen (nicht wie bei den Malakostraken der Rumpf allein) ist von einem grossen, zusammengedrückten Schild bedeckt, das lose über den Rumpf hin liegt, ohne mit demselben verwachsen zu sein. Das Thier bietet überhaupt eine merkwürdige Vereinigung von Charakteren der Blattfüssler und der Malakostraken dar.

Uebersicht der Ordnungen.

Stielaugen. Schild vorhanden, meistens wohlentwickelt. Hinterantennen mit Aussenast.	6. Zehnfüssler 7. Maulfüssler 1. Leuchtkrebse	Kein Brutsack.
	2. Mysiden	Brutsack vorhanden. Ein Paar Kieferfüsse.
Sitzende Augen. Schild klein oder fehlend. Hinterantennen ohne Aussenast.	3. Cumaceen 4. Isopoden 5. Amphipoden	

1. Ordnung. **Leuchtkrebse** (*Euphausiacea*).

Die Leuchtkrebse sind durchsichtige, ein paar cm lange, garneelenähnliche Thiere, welche in grossen Schaaren auf dem offenen Meere leben. Sie unterscheiden sich dadurch von allen anderen Malakostraken, dass keiner von den Rumpffüssen als Kieferfuss ausgebildet ist, sondern alle 8 Paare wesentlich gleich sind (das hinterste oder die beiden hintersten Paare jedoch mehr oder weniger rückgebildet) und alle der Bewegung dienen: sie bestehen aus je einem 7-gliedrigen, gestreckten und dünnen Stamm, einem kräftigen, am Rande behaarten, als Schwimmwerkzeug thätigen Aussenast und einem Nebenast, welcher an allen Füssen mit Ausnahme des vordersten Paares stark verästelt ist und als Kieme fungirt (die Kiemen hängen

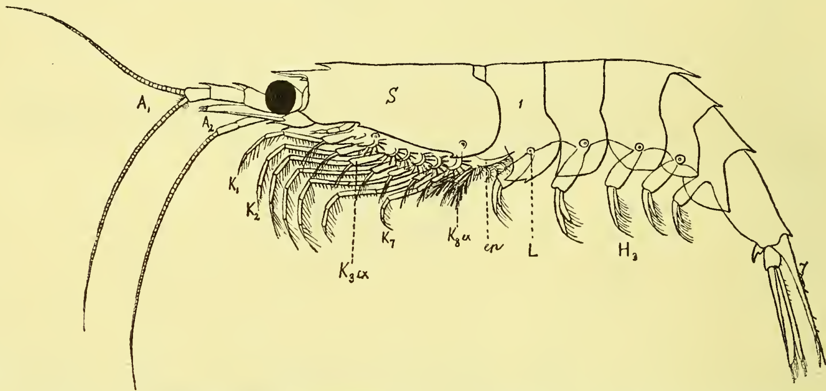


Fig. 172. *Thysanopus tricuspidatus.* *1*, *7* erstes und siebtes Schwanzsegment; A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne; H_3 dritter Schwanzfuss; K_1, K_2, K_7 erster, zweiter und siebter Rumpffuss; K_3ex und K_8ex Aussenast des dritten und achten Rumpffusses; *ep* Nebenast des achten Rumpffusses; *L* Leuchtorgan; *S* Schild. — Nach Sars.

frei an der Seite des Thieres). Augen, Antennen, Schild, Schwanz und Schwanzfüsse verhalten sich im Wesentlichen wie bei den Garneelen (vergl. diese). Die Leuchtkrebse zeichnen sich ferner dadurch aus, dass sie durch das ganze Leben ein Stirnauge bewahren, dass sie eigenthümliche augenähnliche Leuchtorgane besitzen (je eines in den Augenstielen, im Basalglied des 2. und 7. Rumpffusses, ferner auf der Unterseite des 1. bis 4. Schwanzsegments) und dass das neugeborene Junge ein freischwimmender Nauplius ist. — Die an Arten verhältnissmässig arme Abtheilung ist sowohl in wärmeren als in kälteren Meeren vertreten (*Thysanopus, Euphausia* u. a.); gewisse Arten bilden einen wichtigen Bestandtheil der Nahrung der Bartenwale.

2. Ordnung. **Mysiden** (*Mysidacea*).

Diese Ordnung theilt man in zwei Hauptgruppen, die eigentlichen Mysiden und die Lophogastriden, welch letztere Gruppe auf grössere Meerestiefen beschränkt ist und mehrere merkwürdige und abweichende Formen umfasst. In den folgenden Angaben beschäftigen wir uns nur mit den eigentlichen Mysiden.

Das allgemeine Aussehen der Mysiden ist ebenso wie das der Leuchtkrebse garneelenartig; der Körper ist jedoch weniger zusammengedrückt, mehr abgerundet, und der Schwanz besitzt nicht den ausgeprägten Knick, der die Garneelen (und Leuchtkrebse) auszeichnet. Alle 8 Rumpffusspaare sind mit je einem Schwimmast, dem Aussenast, versehen, ein Nebenast ist aber nur am ersten Paare vorhanden.

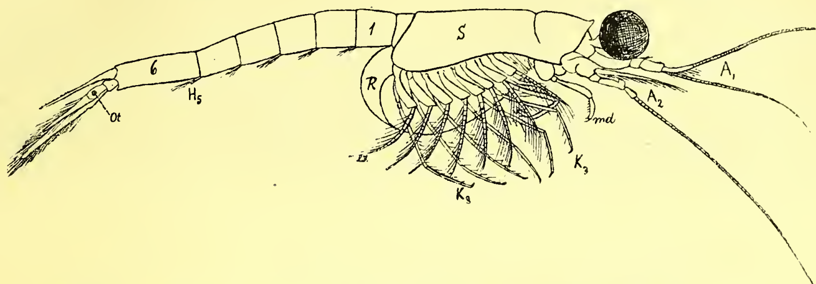


Fig. 173. *Boreomysis megalops*, eine Myside, ♀. *1*, *6* erstes und sechstes Schwanzsegment; A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne; *ex* Aussenast des letzten Rumpffusses; H_5 fünfter Schwanzfuss; K_3, K_8 dritter und achter Rumpffuss; *md* Vorderkiefer-Taster; *Ot* Otolith; *B* Brutsack; *S* Schild. — Nach Sars.

Das erste Rumpffusspaar ist zu Kieferfüssen entwickelt; auch das zweite Paar ist von den folgenden etwas abweichend. Die Schwanzfüsse mit Ausnahme des letzten Paares (des Schwanzfächers) sind beim Weibchen immer, oft auch beim Männchen, schwach entwickelt. Im inneren Blatte des letzten Schwanzfusspaares befindet sich eine geschlossene Gehörblase, welche innen mit einer Reihe von Haaren ausgestattet ist, die einen grossen Otolithen trägt (die Mysiden sind die einzigen Krebse, welche an dieser Stelle Gehörblasen besitzen). Als Athmungsorgan fungirt die innere, dünnhäutige Seite des Schildes, welche mit einem dichten Gefässnetz versehen ist; der Nebenast des ersten Rumpffusses hat seinen Platz unter dem Schilde und bewirkt durch seine Bewegungen die Erneuerung des Wassers unterhalb des Schildes. — Von der inneren Seite des Basalgliedes einiger Rumpffüsse entspringt je eine gebogene, nach innen gerichtete, dünne Platte; diese Platten bilden zusammen einen Brutsack auf der Unterseite des Körpers, welcher den Eiern und Jungen als Aufenthaltsort dient. Die Jungen verlassen das Ei als Nauplien mit den drei bekannten Paaren von Anhängen (Antennen, Vorderkiefern), sind aber madenähnlich, ausser Stande sich zu bewegen, ernähren sich von dem aus dem Eie mitgebrachten Nahrungsdotter und verlassen den Brutsack erst, wenn sie im Wesentlichen das Aussehen der Erwachsenen angenommen haben.

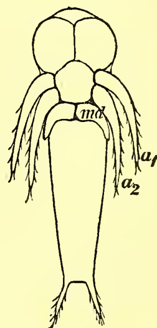


Fig. 174. Mysis-Nauplius, von unten gesehen (vergr.). a_1 Vorder-, a_2 Hinterantenne, *md* Vorderkiefer. — Orig.

Einige Mysiden findet man auf offenem Meere, andere sind Küstenthiere; an den nordeuropäischen Küsten leben z. B. Arten der Gattung *Mysis*, durchsichtige, schwach pigmentirte Thierchen, welche schaarenweise umherschwimmen.

3. Ordnung. **Cumaceen** (*Cumacea*).

Die Thiere dieser Ordnung sind zwar mit der vorhergehenden verwandt, besitzen aber nicht dasselbe garneelenartige Gepräge und sind überhaupt in manchen Punkten abweichend. Das Hautskelet ist fest und spröde. Das Schild ist so klein, dass es nur den vorderen Theil des Rumpfes deckt, während die fünf hinteren Rumpfsegmente unbedeckt sind[1]). Die Seitenaugen sind ungestielt, klein, gewöhnlich zu einem einzigen verschmolzen; den Hinterantennen fehlt der Aussenast. Von den Rumpffüssen sind einige mit einem Schwimmast ausgestattet, an anderen fehlt ein solcher. Der 1. Rumpffuss ist als Kieferfuss ausgebildet, und ebenso wie bei den Mysiden ist nur an diesem Rumpffuss ein Nebenast vorhanden, welcher bei den Cumaceen eine an-

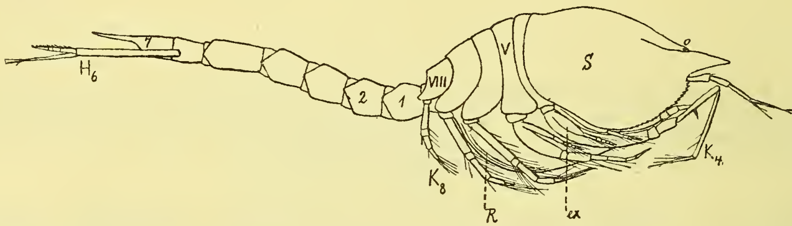


Fig. 175. *Diastylis neapolitana*, ein Cumacee. *V* und *VIII* fünftes und achtes Rumpfsegment; *1*, *2*, *7* erstes, zweites, siebtes Schwanzsegment; *ex* Aussenast eines Rumpffusses; H_6 sechster Schwanzfuss; K_4, K_8 vierter und achter Rumpffuss; *o* Auge, *S* Schild. — Nach Sars.

sehnliche blättrige Kieme trägt; das 2. Glied des Kieferfusses ist mit einigen Haken versehen, so dass er mit dem gegenüberstehenden zusammengehakt werden kann. Auch der 2. Rumpffuss ist von den folgenden etwas abweichend (wie bei den Mysiden). Die Rumpffüsse sind übrigens — besonders ist dies mit den hintersten Paaren der Fall — mehr zum Gehen geeignet als bei den Mysiden und Leuchtkrebsen. Der Schwanz ist lang, dünn, gerade, sehr beweglich. Von den Schwanzfüssen besitzt das Weibchen nur das nach hinten gerichtete hinterste Paar, welches schlank, nicht abgeplattet ist und nicht als Schwimmfächer wirken kann; beim Männchen sind in der Regel auch die übrigen Schwanzfüsse vorhanden. — Die Weibchen sind mit einem ebensolchen, aus plattenförmigen Anhängen der Rumpffüsse zusammengesetzten Brutsack wie die Mysiden-Weibchen ausgestattet; wenn die Jungen aus dem Ei kommen, sind sie ähnliche madenartige Nauplien wie bei letzteren; wenn sie den Brutsack verlassen, sind sie den Erwachsenen ähnlich, es fehlt ihnen aber noch das letzte Rumpffusspaar, welches sich erst später entwickelt (vergl. die Isopoden).

Die Cumaceen sind kleinere Thiere, welche auf dem Meeresboden in einiger Tiefe leben. Sie sind auch in der Nord- und Ostsee vertreten.

---

1) Bei den Mysiden ist das Schild auch mit diesen 5 Segmenten nicht verwachsen, erstreckt sich aber über den grössten Theil derselben hin (nur auf der Rückenseite sind die zwei hintersten Segmente unbedeckt).

4. Ordnung. **Isopoden** (*Isopoda*).

Der Körper ist von oben nach unten abgeplattet, mit einem festen, oft spröden Hautskelet umgeben, der Schwanz ist kurz, höchstens 6-gliedrig, indem das letzte (7.) Segment fehlt; von den übrigen Schwanzsegmenten ist das Endsegment (6.) gewöhnlich gross; durch Verwachsung ist oft scheinbar eine geringere Anzahl als 6 vorhanden. Das Schild fehlt. Die Augen (Seitenaugen) sind sitzend, der Aussenast der Hinterantennen fehlt (meistens). Das 1. Rumpfsegment ist mit dem Kopf verschmolzen, die übrigen 7 sind dagegen frei, beweglich und kräftig ausgebildet. Der erste Rumpffuss ist als Kieferfuss entwickelt, an seinem innern Rand meistens mit Haken ausgestattet, mittels deren die beiden Kieferfüsse zusammengeheftet werden

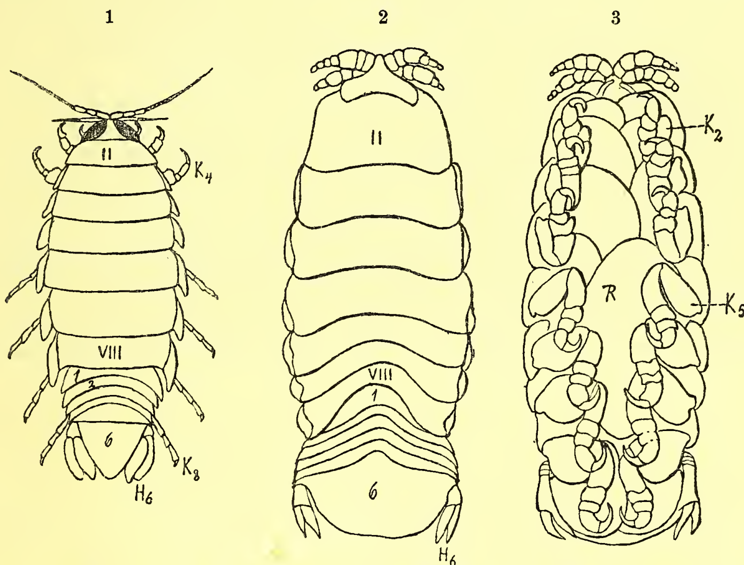


Fig. 176. 1 *Aega*; 2—3 *Cymothoa* von oben und von unten. *II* und *VIII* zweites und achtes Rumpfsegment; *1*, *2* und *6* erstes, zweites und sechstes Schwanzsegment; H_6 sechster Schwanzfuss; K_2, K_4 etc. zweiter, vierter etc. Rumpffuss; *R* Brutsack-Blatt. — Nach H. Milne Edwards.

können. Die übrigen sieben Rumpffusspaare sind kräftige Gehfüsse ohne Aussenast und ohne Nebenast. Die Schwanzfüsse sind dadurch ausgezeichnet, dass das innere Blatt an einigen derselben als Kieme ausgebildet ist; das Blatt ist dünnhäutig und mit einem feinen, dichten Capillargefässnetz versehen; andere Athmungswerkzeuge sind in der Regel nicht vorhanden. — Die Isopoden besitzen einen ähnlichen, aus blattförmigen Anhängen der Basalglieder der Rumpffüsse gebildeten Brutsack unterhalb des Rumpfes wie die Mysiden; die Jungen verlassen das Ei als madenförmige Nauplien, mit den drei Paar als kurze Stummel entwickelten Anhängen (oder ganz ohne dieselben); wenn sie den Brutsack verlassen, besitzen sie in der Hauptsache die Gestalt des ausgebildeten Thieres, es fehlt ihnen aber noch das letzte Rumpffusspaar.

Die Isopoden leben sowohl im Meere als im Süsswasser und auf dem Lande (an feuchten Stellen). Sie sind wesentlich darauf eingerichtet, sich gehend oder laufend zu bewegen; einige schwimmen jedoch auch vermittels der Schwanzfüsse umher. Zahlreiche Isopoden sind Schmarotzer.

1. In der Nord- und Ostsee leben u. a. folgende: Mehrere Arten von Klappenasseln (*Idothea*), ziemlich gestreckte Isopoden mit einer eigenthümlichen Ausbildung des letzten Schwanzfusspaares, das zwei thürähnliche Klappen unterhalb des Schwanzes bildet, innerhalb welcher die übrigen Schwanzfüsse sitzen; eine Art dieser Gattung *(I. tricuspidata)*, welche am Strande zwischen Tang lebt, zeichnet sich dadurch aus, dass sie in vielen verschiedenen Farbenvariationen auftritt (in verschiedener Weise gefleckt etc.). Ferner die kleine Bohrassel *(Limnoria terebrans)*, welche in Holzwerk (Hafenbauten etc.) Gänge nagt und zuweilen sehr schädlich wird.

2. In Süsswasserlachen mit verwesenden Pflanzentheilen findet man allgemein die platte, langbeinige Wasserassel *(Asellus aquaticus)*.

3. Auf dem Lande leben zahlreiche Arten der Abtheilung der Landasseln (Gatt. *Oniscus* u. a.). Sie zeichnen sich dadurch aus, dass die Vorderantennen rudimentär sind und das Endsegment des Schwanzes ungemein klein ist. Einige derselben haben ausser dem gewöhnlichen Kiemenapparat eine Art Lungen ausgebildet, indem das äussere Blatt einiger Schwanzfüsse eine verzweigte, mit einer spaltförmigen Oeffnung versehene Höhlung einschliesst, welche ohne Zweifel als Athmungswerkzeug fungirt. Die Landasseln („Mauerassel", „Kellerassel" etc.) sind lichtscheue Thiere von unansehnlicher Färbung; einige *(Armadillidium)* können sich ebenso wie gewisse Tausendfüssler, mit denen sie eine oberflächliche Aehnlichkeit besitzen, zusammenkugeln.

4. Die zahlreichen schmarotzenden Isopoden leben besonders an Fischen und Krebsthieren. Wir finden bei ihnen eine ähnliche

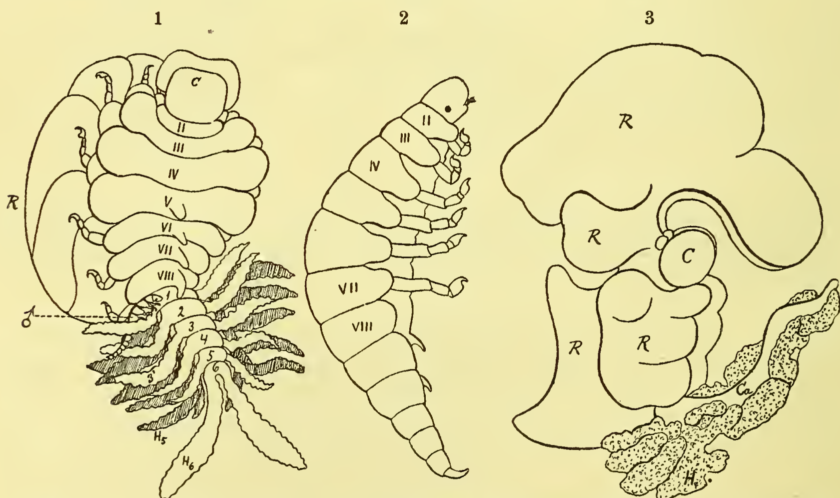


Fig. 177. 1 *Cepon elegans*, eine Bopyride aus der Kiemenhöhle einer Krabbe, Weibchen (das Männchen, ♂, an der Basis des Schwanzes festgeheftet). Von oben gesehen. — 2—3 *Portunion Kossmanni*, ♂ (von der rechten Seite) und ♀ (von der linken Seite), ein Entoniscide, welcher in einer Krabbe schmarotzt; ♂ weit stärker als ♀ vergr.

II—VIII Rumpfsegmente, *1—6* Schwanzsegmente, *3'* seitlicher Fortsatz des dritten Schwanzsegmentes (diese Fortsätze der Schwanzsegmente sind hell, die Schwanzfüsse dunkel gehalten, *C* Kopf (+ 1. Rumpfsegment), *Ca* Schwanz; H_1, H_5, H_6 erster, fünfter, sechster Schwanzfuss; *R* Brutsackblätter. — Nach Giard & Bonnier.

Stufenfolge in der durch das Schmarotzerleben bedingten Umbildung wie bei den schmarotzenden Copepoden. Die Gatt. *Aega* z. B. (Fig. 176, 1), welche als Blutsauger an der Haut von Fischen lebt, ist noch wenig umgebildet: das 2.—4. Rumpffusspaar sind zwar als Hakenbeine zum Festhalten eingerichtet, die Thiere sind aber im Stande, sich frei umherzubewegen, und mit grossen Augen ausgestattet; Männchen und Weibchen sind wenig verschieden. Inniger dem Schmarotzerleben angepasst ist die mit Aega verwandte plumpe *Cymothoa* [1]) (Fig. 176, 2—3), mit kleineren Augen (oder augenlos) und 7 kurzen Hakenbeinpaaren; sie lebt in der Mund- und Kiemenhöhle bei Fischen. Noch weit mehr umgebildet sind die in der Kiemenhöhle von Garneelen und andern Zehnfüsslern schmarotzenden Bopyren (*Bopyrus* u. a.), deren Weibchen asymmetrisch, augenlos und mit ganz kleinen Hakenbeinen ausgestattet sind (Fig. 177, 1); die Glieder des breiten Rumpfes sind unbeweglich verbunden. Die Männchen der Bopyren besitzen eine mehr normale Isopodengestalt, aber eine sehr geringe Grösse (Zwergmännchen) und sitzen am Schwanz des Weibchens festgeheftet. Ganz oder fast gliedmassenlos, überhaupt von wunderbarer Gestaltung sind die Weibchen der in gewissen Krebsthieren schmarotzenden Entonisken (*Entoniscus, Portunion* u. a., Fig. 177, 2—3), deren Zwergmännchen von ziemlich normaler, wenn auch etwas reducirter Gestalt sind. — Die Jungen der parasitischen Isopoden besitzen in allen Fällen eine normale Isopodengestalt und das Vermögen sich frei umherzubewegen.

5. Die Tanaïden oder Scheerenasseln (die Gattungen *Tanaïs, Apseudes* u. a.) bilden eine kleine Isopoden-Abtheilung, welche in mehreren Hinsichten von den übrigen abweicht und sich den Mysiden und Cumaceen nähert. Sie besitzen nur 6 freie Rumpfglieder, indem auch das 2. Rumpf-

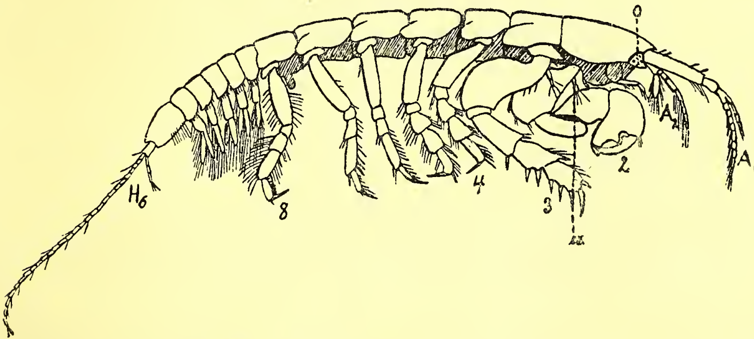


Fig. 178. *Apseudes Latreillei.* *2, 3, 4, 8* zweiter, dritter etc. Rumpffuss; A_1—A_2 Vorder und Hinterantenne; *ex* Aussenast des zweiten Rumpffusses; H_6 sechster Schwanzfuss; *o* Auge. — Nach Sars.

segment (nicht blos das erste wie bei der Mehrzahl der Isopoden) mit dem Kopf verbunden ist. Es ist ein kleines Schild vorhanden, welches oben mit den beiden mit dem Kopfe verbundenen Segmenten verwachsen ist, während seine Seitentheile frei sind und ebenso wie bei den Mysiden mit

1) Für *Cymothoa* und einige andere schmarotzende Isopoden hat man die interessante Beobachtung gemacht, dass sie (im Gegensatz zu allen anderen Malakostraken) Hermaphroditen sind, und zwar der Art, dass sie in der Jugend eine Zeitlang als Männchen fungiren, während der weibliche Geschlechtsapparat erst später zur Entwicklung gelangt, zu gleicher Zeit, wo der männliche sich rückbildet.

ihrer innern, dünnhäutigen Oberfläche als Kiemen fungieren; unter dem Schilde sitzt jederseits der dem 1. Rumpffuss angehörende weiche Nebenast, welcher ebenso wie bei den Mysiden die Erneuerung des Wassers bewirkt. Die Augen oft auf kurzen, unbeweglichen, vom übrigen Kopf aber deutlich abgegrenzten Stielen; der Aussenast der Hinterantennen ist zuweilen vorhanden. Der zweite und der dritte Rumpffuss, von welchen ersterer als Scheerenfuss ausgebildet ist, sind manchmal mit einem rudimentären, aber deutlichen Aussenast versehen. Die Schwanzfüsse dienen nicht als Kiemen. — An den europäischen Küsten.

5. Ordnung. **Amphipoden** (*Amphipoda*).

Die Amphipoden sind in vielen Hinsichten den Isopoden ähnlich: das Schild fehlt, die Augen sind sitzend, es sind 7 freie Rumpfsegmente vorhanden, das erste Rumpffusspaar ist als Kieferfüsse entwickelt, die anderen sind Gehfüsse, welche bloss aus dem Stamme bestehen etc. Ein wichtiger Unterschied zeigt sich darin, dass nicht die Schwanzfüsse als Kiemen fungiren, sondern eigenthümliche, plattenförmige, dünnhäutige Anhänge, welche von der inneren Seite des Grundgliedes einiger Rumpffüsse entspringen [1]). Das Hautskelet ist meistens weniger fest als bei den Isopoden. Der Schwanz ist 7-gliedrig (das letzte

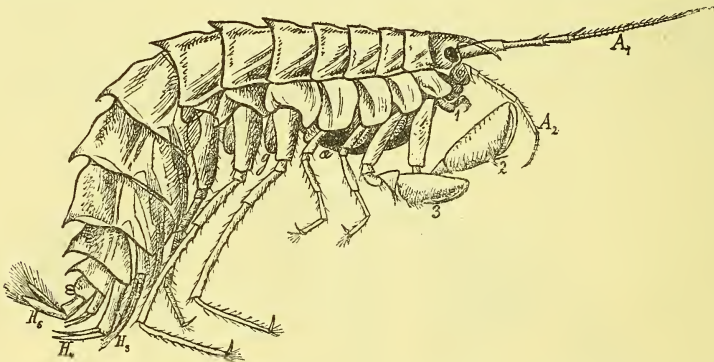


Fig. 179. Ein mit *Gammarus* nahe verwandter Amphipod (etwas vergr.) A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne, *1* Kieferfuss, *2—3* zweiter—dritter Rumpffuss, *æ* Brutsack, *g* Kieme, H_3, H_4, H_6 dritter, vierter, sechster Schwanzfuss. — Nach Sars.

Segment klein). Die Kieferfüsse sind mit einander am Grunde verwachsen. Von den Gehfüssen sind einige, besonders die vorderen, zugleich Greifwerkzeuge, indem das letzte Glied gegen das vorletzte eingeschlagen werden kann; das Grundglied dieser Gliedmaassen (besonders der vier vorderen Paare) ist plattenförmig, nach abwärts gerichtet, wodurch der Körper ein zusammengedrücktes Gepräge erhält (der Rumpf selbst ist nicht zusammengedrückt, Fig. 180). Die drei vorderen Schwanzfuss-Paare sind kräftige Schwimmbeine, die drei hinteren dagegen kleiner, ziemlich steif und nach hinten gerichtet. — Die Amphipoden besitzen einen eben solchen Brutsack wie die

1) Dieser Anhang kann nicht als dem Nebenast entsprechend aufgefasst werden, denn der Nebenast entspringt von der Aussenseite des Grundgliedes (vergl. Fig. 180).

Isopoden, die Jungen verlassen aber das Ei schon mit sämmtlichen Gliedmaassen ausgestattet.

Die Amphipoden sind meistens lebhafte Thiere, welche im Wasser umherschwimmen und -hüpfen; ersteres geschieht vermittels des 1.—3. Schwanzfusspaares, letzteres, indem die Schwanzspitze nach hinten geschlagen wird; andere Formen (vergl. unten) sind trägerer Natur. Sie leben in grosser Arten- und Individuenzahl im Meere, sowohl dicht am Ufer als auf tieferem Wasser und auf offenem Meer; wenige leben im Süsswasser, einzelne zwischen angeschwemmtem Tang am Meeresstrande oder gar weit vom Strande in feuchter Erde. Eine geringe Anzahl leben als Schmarotzer.

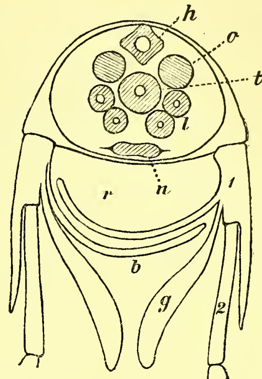


Fig. 180. Querschnitt des Rumpfes von *Gammarus* (vergrössert). *1*—*2* erstes—zweites Glied eines Beines, *r* Brusthöhle, *b* eines der dieselbe unten begrenzenden Blätter, *g* Kieme, *h* Herz, *o* Eierstock, *t* Darm, *l* Leberschläuche, *n* Bauchganglien. — Nach Sars, geändert.

1. Die Flohkrebse (*Gammarus*) können als Repräsentanten der typischen Amphipoden-Gestalt gelten. Augen ziemlich klein, 2. und

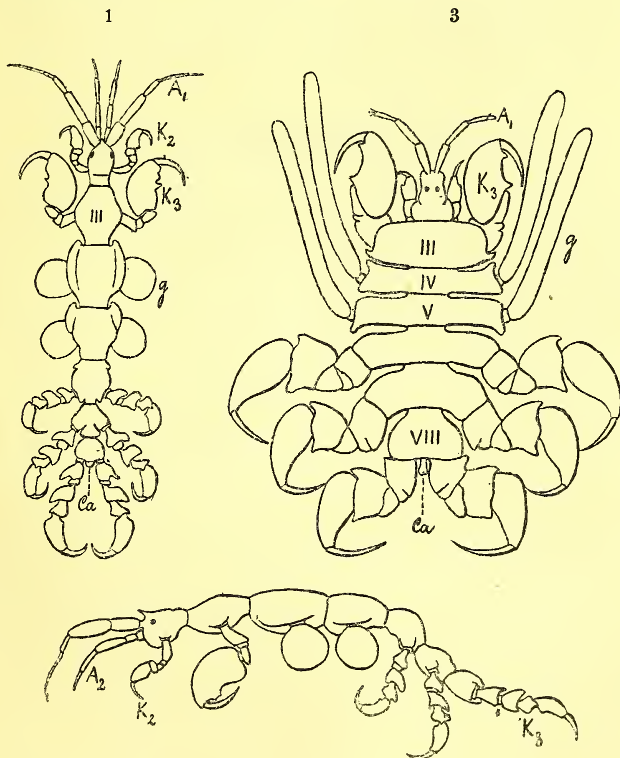


Fig. 181. 1—2 *Caprella acutifrons*, von oben und von der linken Seite. 3 *Cyamus mysticeti*, von oben. *III*—*VIII* Rumpfsegmente. A_1 Vorderantenne, *Ca* Schwanzrudiment, *g* Kieme, K_2—K_8 zweiter — achter Rumpffuss. — 1—2 nach Mayer, 3 nach Lütken (geändert).

3. Rumpffusspaar Greiforgane. Leben sowohl im Meere wie im Süsswasser; in der Nord- und Ostsee findet man z. B. am Strande *G. locusta* häufig; der sehr nahe verwandte *G. pulex* ist im Süsswasser gemein; in Brunnen lebt der blinde *G.* (*Niphargus*) *puteanus*.

2. Auf offenem Meere leben zahlreiche Gattungen der Hyperinen, durchsichtige, mit kolossalen Augen ausgestattete Amphipoden, von welchen einige in Quallen und anderen durchsichtigen Meeresthieren Aufenthalt nehmen; in der gemeinen Ohrenqualle kommt z. B. nicht selten eine Art, *Hyperia galba*, vor.

3. Eine abweichende Form ist die Gatt. *Caprella*, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass der Schwanz ganz rudimentär (zu einer gliedmaassenlosen Warze rückgebildet) ist und dass sie nur 6 freie Rumpfsegmente besitzt, indem auch das 2. Rumpfglied mit dem Kopfe verschmolzen ist. Der Körper ist langgestreckt und dünn, fast fadenförmig, das 2. und 3. Rumpffusspaar sind Greiffüsse (das erste derselben ist klein, das andere gross), von dem 4. und 5. Paar ist nur das Basalglied mit der Kiemenplatte ausgebildet (dagegen fehlen Kiemen an den übrigen Beinpaaren), das 6.—8. Paar sind echte Gangbeine. Die Caprellen leben im Meere, wo sie langsam auf Meerespflanzen und Thierstöcken umherwandern. — Mit ihnen nahe verwandt sind die Walfischläuse (*Cyamus*), deren 6 freie Rumpfsegmente jederseits in je einen langen, an seiner Spitze das Bein tragenden Fortsatz ausgezogen sind, wodurch der Körper eine abgeplattete, isopodenähnliche Gestalt erhält; übrigens wesentlich wie Caprella. Sie leben als Schmarotzer an der Haut der Wale.

6. Ordnung. **Zehnfüssler** (*Decapoda*).

Das wohlentwickelte Schild ist auf der Rückenseite mit allen 8 Rumpfsegmenten verwachsen, die Seitentheile desselben sind aber frei, und zwischen ihnen und dem Rumpf findet sich jederseits ein geräumiger Hohlraum, die Kiemenhöhle. Die Augen sitzen auf beweglichen Stielen, die Hinterantennen haben in der Regel (mit Ausnahme der Krabben) einen plattenförmigen, ungegliederten Aussenast. Von den Rumpffüssen (siehe Fig. 170, S. 225) sind die drei vorderen Paare als Kieferfüsse ausgebildet; das erste Paar ist ebenso wie die Mittel- und Hinterkiefer stark abgeplattet, die beiden anderen Paare sind von den übrigen Rumpffüssen weniger abweichend, gewöhnlich aber weit kürzer als diese. Die übrigen 5 Paar Rumpffüsse bezeichnet man mit dem Namen Brustfüsse; sie dienen wesentlich als Gangbeine, ein oder mehrere Paare (meistens das vorderste Paar) sind aber gewöhnlich als Scheerenbeine ausgebildet, indem das vorletzte Glied sich in einen kräftigen Fortsatz verlängert, gegen welchen das äusserste Glied greift; solche werden dann zugleich oder ausschliesslich als Greifwerkzeuge verwendet. Die Kieferfüsse besitzen in der Regel einen recht gut entwickelten, schlanken Aussenast, der dagegen an den Brustfüssen fast immer fehlt; sowohl an den Kieferfüssen wie an den Brustfüssen kann ein Nebenast vorhanden sein, welcher immer in der Kiemenhöhle versteckt liegt. Von den Nebenästen und von der Seite des Rumpfes (und von der Gelenkhaut zwischen Rumpf und Rumpffüssen) entspringen die Kiemen, welche aus einem Stamm mit zwei Blätterreihen oder mit einer grösseren Anzahl von Fäden bestehen; von solchen Kiemen sind jederseits 5 bis einige

20 vorhanden. Sie haben ihren Platz in der Kiemenhöhle, in welche das Wasser gewöhnlich am Grunde der Rumpffüsse eintritt, über die Kiemen hin fliesst, um dann am vorderen Ende der Kiemenhöhle diese wieder zu verlassen; die Strömung in der Kiemenhöhle wird dadurch bewirkt, dass der an ihrem vorderen Ende sitzende grosse, plattenförmige, am Rande behaarte Aussenast des Hinterkiefers in beständiger schwingender Bewegung gehalten wird. Von den Schwanzfüssen bildet das letzte (6.) Paar, wenn es vorhanden ist, zusammen mit dem letzten (7.) Schwanzsegment die breite sogenannte Schwanzflosse (den Schwanzfächer); von den übrigen 5 Paaren sind das 1. und 2. beim Männchen in der Regel ganz oder theilweise

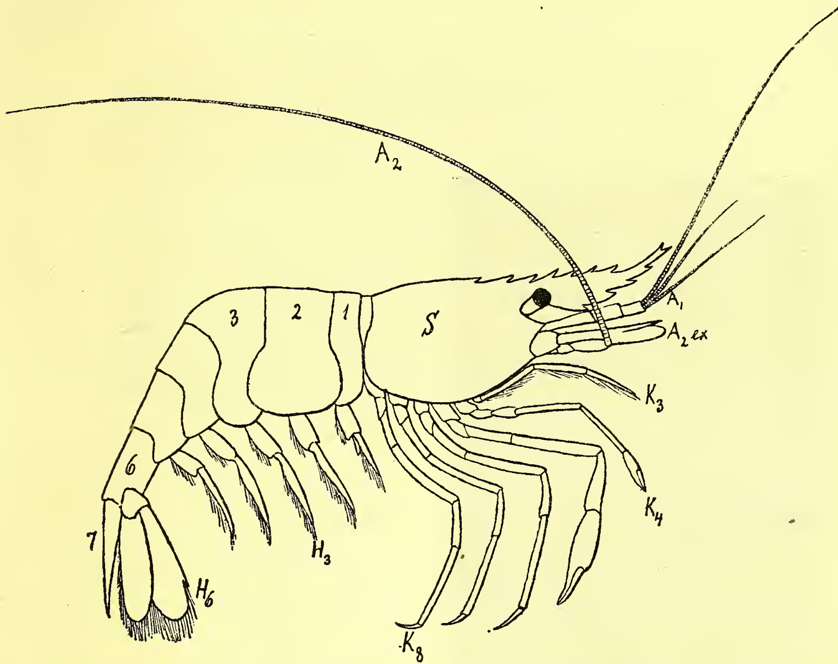


Fig. 182. *Palaemon.* *1—7* Schwanzsegmente, A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne, A_2ex Aussenast der letzteren; H_3, H_6 dritter und sechster Schwanzfuss; K_3 dritter Rumpffuss (= dritter Kieferfuss), K_4 vierter Rumpffuss (= erster Brustfuss), K_8 achter Rumpfuss (= fünfter Brustfuss); *S* Schild. — Nach H. Milne Edwards.

zu Begattungswerkzeugen umgebildet. Die Entwicklung des Schwanzes ist übrigens bei den verschiedenen Gruppen der Zehnfüssler eine sehr verschiedene.

Die Zehnfüssler sind mit einem Gehörorgan ausgestattet, welches im Basalgliede der Vorderantennen seinen Platz hat. Bei manchen (Garneelen, Hummer u. a.) ist es eine offene Hauteinstülpung, welche auf der Oberseite des betreffenden Gliedes mündet; in derselben sind eigenthümlich eingelenkte Haare (Hörhaare) angebracht, welche durch die Schallwellen in Bewegung gesetzt werden; auf den Hörhaaren ruhen Sandkörner und Aehnl., welche nach jeder Häutung von dem Thiere in den Sack hineingebracht werden und die fehlenden Otolithen ersetzt; bei anderen ist die Einstülpung ganz von der Aussenwelt abgeschlossen,

enthält aber dieselben Hörhaare und zuweilen einen von der Wandung abgesonderten Otolith; bei anderen Formen mit geschlossenem Hörsack (den Krabben) fehlt dagegen ein Otolith. In den allereinfachsten Fällen (bei gewissen Garneelen) ist gar keine Einstülpung entwickelt, an der Stelle, wo sonst der Hörsack liegt, finden sich aber Reihen von Hörhaaren [1]) an der Haut; solche freie Hörhaare können übrigens auch bei Krebsen, welche einen Hörsack besitzen, vorhanden sein, ebenso wie sie auch an anderen Stellen als an den Vorderantennen getroffen werden (auf dem Schwanz). — Die Zehnfüssler besitzen einen kräftigen Kaumagen, oft mit grossen verkalkten Mahlzähnen; in einer Einstülpung der Wand desselben wird auf jeder Seite bei manchen Formen eine rundliche Kalkmasse ausgeschieden, welche vor den Häutungen aufgelöst wird („Krebsaugen"). — Es ist eine grosse Antennendrüse, die sogenannte „grüne Drüse", vorhanden; sie mündet mit einem feinen Loch im Basalgliede der Hinterantenne.

Den Zehnfüssler-Weibchen geht immer ein Brutsack ab, trotzdem tragen sie aber fast immer die Eier (aber nicht, oder nur ganz kurze Zeit, die Jungen) mit sich umher, indem diese nach dem Austritt aus den Eileitern an den Schwanzfüssen festgeklebt werden. Das Junge durchläuft fast immer eine eingreifende Metamorphose. Nur bei einer geringen Anzahl tritt als erstes Jugendstadium ein frei umherschwimmender Nauplius auf; solches ist bei der Garneelengattung *Penaeus* (vergl. unten) und einigen damit nahe verwandten Formen der Fall. Die Mehrzahl verlässt das Ei in einer ausgebildeteren Gestalt, auf dem sogenannten Zoëastadium [2]), in welchem das Thier sich fortbewegt vermittels der später als Kieferfüsse ausgebildeten Anhänge, welche auf dieser Entwicklungsstufe noch nicht der Ernährung dienen, sondern als Schwimmwerkzeuge fungiren; namentlich sind es die Aussenäste derselben, vermittels welcher das Schwimmen ausgeführt wird. Die Zoëa ist ferner mit Stirnauge und Seitenaugen, mit den beiden Antennenpaaren und den drei Kieferpaaren ausgestattet, auch das Schild ist vorhanden, dagegen die Brustfüsse und Schwanzfüsse noch nicht oder nur als kleine Anlagen, ebenso wie auch der hintere Theil des

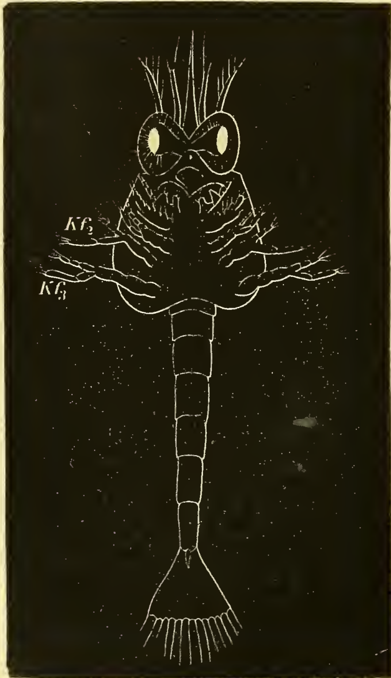


Fig. 183. Zoëa einer Garneele (vergr.). Kf_2—Kf_3 zweiter und dritter Kieferfuss. — Nach Claus.

1) Dasselbe Verhältniss findet man auch bei den Leuchtkrebsen.

2) Zehnfüssler dieser Entwicklungsstufe hat man in früherer Zeit als vollständig ausgebildete Thiere aufgefasst und unter dem Gattungsnamen *Zoëa* beschrieben; daher der Name dieser Entwicklungsstufe.

Rumpfes und der Schwanz nicht so stark wie später entwickelt sind. (Diejenigen Formen, welche das Ei als Nauplien verlassen, durchlaufen später das Zoëastadium.) Auf das Zoëastadium folgt bei manchen Zehnfüsslern das sogenannte Mysisstadium (diesen Namen hat es wegen der Aehnlichkeit mit der ausgebildeten Mysis erhalten), in welchem die Brustfüsse ausgebildet worden sind und das Thier sich vermittels der Aussenäste dieser (und der hinteren Kieferfüsse) schwimmend fortbewegt; die Schwanzfüsse sind noch nicht oder nur unvollkommen entwickelt. Nach dem Mysisstadium tritt das Thier in das Garneelenstadium ein, in welchem die Aussenäste der Brustfüsse verschwunden sind, während die Schwanzfüsse stark entwickelt sind und als kräftige Schwimmwerkzeuge fungiren, vermittels welcher das Thier, das auf dieser wie auf den vorhergehenden Stufen ganz oder fast durch-



Fig. 184. Mysisstadium von *Penaeus* (vergr.). *I—V* die fünf Brustfüsse mit langem Aussenast und kurzem Stamm. — Nach Claus.

sichtig ist, sich in den oberen Wasserschichten fortbewegt. Für die eine Hauptabtheilung der Zehnfüssler, die Garneelen, fällt das Garneelenstadium mit der Stufe des Erwachsenen zusammen, sie bleiben zeitlebens in dieser Gestalt, die Schwanzfüsse sind bleibend Schwimmwerkzeuge etc.; bei der anderen Hauptabtheilung, den kriechenden Zehnfüsslern, ist das Garneelenstadium kein bleibendes, sondern nach einiger Zeit werden die Schwanzfüsse (mit Ausnahme des 6. Paares) zurückgebildet, sie hören auf, Schwimmwerkzeuge zu sein, das Thier wird undurchsichtig, und dem vollständig entwickelten Thier geht ein eigentliches Schwimmvermögen ab.

Einige Zehnfüssler (z. B. der Hummer) verlassen das Ei erst auf dem Mysisstadium, durchlaufen somit nur dieses und das Garneelenstadium. Andere (z. B. die Krabben) gehen von dem Zoëastadium direkt in das Garneelenstadium über, überspringen das Mysisstadium, d. h. sie sind auf keiner Stufe mit einem Schwimmast an den Brustfüssen ausgestattet.

Die meisten Arten der formenreichen Abtheilung der Zehnfüssler, zu welcher die grössten unter den Malakostraken gehören, leben im Meere; eine verhältnissmässig geringe Anzahl (Flusskrebse, gewisse Garneelen) im Süsswasser, einzelne auf dem Lande.

1. Unterordnung. **Garneelen** oder **schwimmende Zehnfüssler** (*Natantia*).

Das Skelet der Garneelen ist nicht sehr fest, hornartig, das Thier durchsichtig oder halbdurchsichtig. Der Körper (Fig. 182) ist zusammengedrückt, der Schwanz kräftig und gebogen (kann nicht ganz gerade gerichtet werden). Das Schild besitzt vorn einen kräftigen, zusammengedrückten, gesägten Stirnstachel. An der Hinterantenne ein grosser, plattenförmiger Aussenast, lange, sehr bewegliche Geisseln an beiden Antennenpaaren, grosse, langgestielte Augen. Die Brustfüsse sind dünn und schwach, der 3. Kieferfuss lang und beinähnlich. Die Schwanzfüsse, mit kräftigem Schaft und langen Blättern, sind starke Schwimmwerkzeuge; vom inneren Rand des Innenblattes entspringt ein an der Spitze mit kurzen kleinen Haken ausgestatteter Anhang, durch welchen der Schwanzfuss mit dem andern desselben Paares zusammengeheftet wird, so dass die Schwanzfüsse paarweise bewegt werden. — Die Garneelen sind in der Regel lebhaft schwimmende Thiere, welche, indem sie die Schwanzfüsse (die 5 ersten Paare) nach hinten schlagen, sich im Wasser vorwärts bewegen (das eigentliche Schwimmen der Garneelen), während sie auch im Stande sind, indem sie mit grosser Kraft den hinteren Theil des Schwanzes mit ausgebreitetem Schwanzfächer gegen die Bauchseite einschlagen, grosse Sprünge rücklings zu machen.

Einige Garneelen weichen von den übrigen dadurch ab, dass sie in Schwämmen u. Aehnl. Aufenthalt nehmen, und sind dieser halbparasitischen Lebensweise entsprechend mehr oder weniger umgestaltet: die Augen und Antennen werden klein etc.

Von den sehr zahlreichen, meistens kleineren, Formen führen wir nur einzelne an:

1. *Penaeus* ist eine Gattung grosser Garneelenformen (sie erreichen die Grösse eines Flusskrebses und mehr), welche nur in den wärmeren Meeren leben (ein paar Arten im Mittelmeer). Es sind zusammengedrückte, langgestreckte Garneelen mit kleinen Scheeren an den drei vorderen Brustfusspaaren. Penaeus und einige seiner Verwandten zeichnen sich vor allen Zehnfüsslern dadurch aus, dass sie das Ei als Nauplien verlassen (Fig. 153).

2. In den europäischen Meeren findet man häufig Arten der Gatt. *Palaemon* (Crevette, Granat, Fig. 182), welche nur an den zwei vorderen Brustfusspaaren mit Scheeren ausgestattet sind. Das neugeborene Junge ist, wie bei der grossen Mehrzahl der Garneelen, eine Zoëa; später durchläuft das junge Thier ein Mysisstadium. Mehrere Arten dieser Gattung werden gegessen. Dasselbe gilt auch von der im Sande an der Küste der Nord- und Ostsee lebenden Sandgarneele (*Crangon vulgaris*), welche in mehrfacher Beziehung von Palaemon abweicht.

2. Unterordnung. **Kriechende Zehnfüssler** (*Reptantia*).

Das Skelet ist im Allgemeinen dick, fest, hart, stark verkalkt, das Thier gefärbt, undurchsichtig. Der Körper ist abgerundet oder abgeplattet, der Schwanz in einigen Fällen recht kräftig, musculös, in anderen Fällen sehr rückgebildet; der Stirnstachel kurz, nicht zusammengedrückt. Der Aussenast der Hinterantenne ist klein

oder fehlt, die Antennengeisseln gewöhnlich schwach. Die Augen kleiner, kürzer gestielt als bei den Garneelen. Das 2.—5. Paar Brustfüsse sind mehr oder weniger kräftige Gehfüsse; das 1. Paar ist in der Regel weit kräftiger als die übrigen, mit grossen Scheeren versehen und während des Ganges vom Boden erhoben; der 3. Kieferfuss ist kurz, nicht beinähnlich. Die Schwanzfüsse sind beim ausgebildeten Thier niemals Schwimmwerkzeuge; sie haben (von dem 6. Paare abgesehen) wesentlich die Aufgabe, beim Weibchen die Eier zu tragen, während beim Männchen die beiden ersten Paare als Begattungswerkzeuge fungiren; die folgenden drei Paare haben beim Männchen nur eine geringe Bedeutung und fehlen deshalb oft oder sind rückgebildet. Das 6. Paar bildet bei einigen einen mächtigen Fächer, bei anderen (den Krabben), die einen schwachen Schwanz haben, fehlt es ganz. — Die kriechenden Zehnfüssler bewegen sich als ausgebildete Thiere auf dem Meeresboden vermittels der kräftigen Brustfüsse (welche bei den Garneelen ganz untergeordnete Bewegungswerkzeuge waren), während ein eigentliches Schwimmvermögen ihnen abgeht[1]); diejenigen, welche einen musculösen Schwanz besitzen, können in derselben Weise wie die Garneelen mächtige Sprünge rücklings machen.

1. Der Hummer (*Homarus vulgaris*) ist ein grosser, dunkelblauer Krebs mit starkem musculösem Schwanz und breitem Schwanzfächer, Hinterantennen mit Aussenast und langer, kräftiger Geissel. Das 1. Brustfusspaar sind gewaltige Scheerenfüsse, von welchen der eine (bald der rechte, bald der linke) kräftiger und mit plumperen Zähnen ausgestattet ist als der andere; das 2. und 3. Paar sind ebenfalls scheerentragend,

Fig. 185.

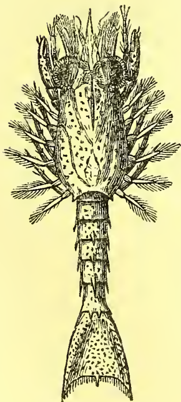




Fig. 186.

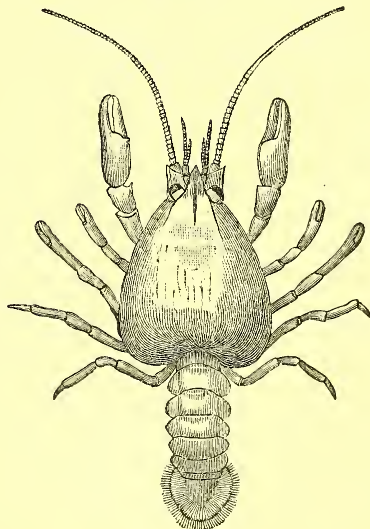


Fig. 185. Ganz junge Hummerlarve (Mysisstadium), von oben und von der Seite, vergr. — Nach Sars.

Fig. 186. Neugeborener Flusskrebs, vergr. — Nach Huxley.

1) Einzelne Krabben, bei denen das hinterste Brustfusspaar stark abgeplattet ist, können vermittels desselben eine Art Schwimmbewegungen ausführen.

aber nicht stärker als die beiden letzten Beinpaare. — Der Hummer durchläuft kein Zoëastadium, sondern ist, wenn er das Ei verlässt, schon mit sämmtlichen Brustfusspaaren versehen, die ebenso wie das dritte Kieferfusspaar Schwimmäste tragen, vermittels welcher das fast durchsichtige Thierchen sich im Wasser fortbewegt. Auf dieses Mysisstadium folgt ein Garneelenstadium, aus welchem endlich der ausgebildete Hummer hervorgeht. An den europäischen Küsten, besonders an der Küste Norwegens häufig; eine verwandte Art wird massenhaft an der Küste Nordamerikas gefangen.

2. Der Flusskrebs (*Astacus fluviatilis*) ist in den meisten Beziehungen dem Hummer ähnlich (3 Scheerenfusspaare etc.), weicht aber u. A. darin von diesem ab, dass der Körper kleiner und etwas plumper ist, dass die beiden grossen Scheerenfüsse gleich sind und dass die Geissel der Hinterantenne kürzer und schwächer ist. In Bezug auf die Entwicklung verhält der Flusskrebs sich aber sehr abweichend nicht allein vom Hummer, sondern von fast allen Zehnfüsslern. Wenn das Junge das Ei verlässt, ist es schon in den meisten Beziehungen dem ausgebildeten Thiere ähnlich, namentlich sind alle Brustfüsse ungefähr wie bei diesem entwickelt und besitzen keinen Aussenast; von den Schwanzfüssen ist jedoch das letzte Paar noch nicht vorhanden. Es geht hieraus hervor, dass der Flusskrebs kein Mysisstadium durchläuft, und, soweit man weiss, ist auch von einem Garneelenstadium nicht die Rede. In der ersten Zeit halten sich die Jungen an den Schwanzfüssen der Mutter angeklammert.

3. Die Langusten (*Palinurus*) sind grosse, stachlige Krebse, welche sich in den meisten Beziehungen dem Hummer anschliessen, sich jedoch von diesem dadurch unterscheiden, dass keine der Brustfüsse (welche alle ungefähr von gleicher Stärke sind) als Scheerenfüsse ausgebildet sind; die Hinterantennen sind mit einer besonders langen und starken Geissel ausgestattet. Eine im Mittelmeer lebende Art, *P. vulgaris*, kann einen



Fig. 187. Ein Blattkrebs (*Phyllosoma*), wenig vergr. Die vier am stärksten ausgebildeten Gliedmaassenpaare sind: 3. Kieferfuss, 1.—3. Brustfuss.

knarrenden Laut dadurch erzeugen, dass sie die Schäfte der Hinterantennen gegen einen von der Mitte des Kopfes hervorstehenden Theil mit glatten Seitenflächen reibt. — Mit den Langusten nahe verwandt sind die Bärenkrebse (*Scyllarus*), welche darin abweichen, dass die Hinterantenne statt der langen, vielgliedrigen Geissel eine kurze, breite, ungegliederte Platte besitzt. — Sehr sonderbar ist die Gestalt der Larven des Mysisstadiums beider Gattungen (sie verlassen das Ei auf dem Mysisstadium, die hinteren Brustfüsse fehlen aber dem Neugeborenen noch). Diese Larven, die sogen. Blattkrebse (*Phyllosoma*), zeichnen sich besonders durch ihre blattartig abgeplattete Gestalt aus; das Schild, in welchem man die Verästelungen der Leber sieht, ist eine flache Platte, welche nicht den ganzen Rumpf überdeckt; letzterer ist eine rundliche Scheibe, an deren Rande die langen Bewegungsgliedmaassen (der dritte Kieferfuss und die Brustfüsse, mit je einem kleinen Schwimmast) angeheftet sind; der Schwanz ist ein unbedeutender Anhang.

4. Die Einsiedlerkrebse (*Pagurus*) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass der Schwanz zu einem grossen, dünnhäutigen Sack umgebildet ist, welcher fast keine Muskeln enthält, sondern von der grossen Leber und den Geschlechtsdrüsen ausgefüllt ist, welche aus dem Rumpfe in den Schwanz gerückt sind. Der Schwanz wird von dem Thiere in einer leeren Schneckenschale verborgen, welche es mit sich umherschleppt; er ist immer asymmetrisch, seine Unterseite ist ganz dünnhäutig, an der Rückenseite finden sich als dünne Platten, welche durch grosse, weichhäutige Zwischenräume geschieden sind, Spuren der Rückentheile der Schwanzsegmente. Nur die beiden letzten Segmente sind etwas fester, das vorletzte trägt ein kleines 6. Schwanzfusspaar, welches mit dem 7. Segment zusammen das Thier in der Schale festhält. Von den übrigen Schwanzfüssen sind nur die der linken Seite vorhanden (das 1. Paar fehlt oft ganz). Auch die Brustfüsse sind eigenthümlich: das 1. Paar sind kräftige Scheerenfüsse, das 2.—3. Paar einfache Gehfüsse, das 4.—5. sind nur sehr klein und helfen das Thier in der Schale festhalten; das 5. Paar hat ausserdem die Aufgabe, die Kiemenhöhle zu reinigen [1]), und wird dabei von hinten in diese eingeschoben. — Die Einsiedlerkrebse verlassen das Ei als Zoëen und gehen aus diesem Stadium direct in das Garneelenstadium über, in welchem sie vermittels der Schwanzfüsse umherschwimmen; der Schwanz ist im Garneelenstadium musculös und vollkommen symmetrisch. Nach Abschluss dieses Stadiums sucht der Einsiedlerkrebs eine kleine, leere Schale auf, welche später allmählich mit grösseren Exemplaren vertauscht wird. — Einsiedlerkrebse finden sich in allen Meeren, in der Nord- und Ostsee lebt der Bernhardinerkrebs (*P. Bernhardus*), welcher in den Schalen des Wellhorns wohnt.

5. Als Krabben (*Brachyura*) bezeichnet man eine aus vielen Gattungen und sehr zahlreichen Arten bestehende Abtheilung der Zehnfüssler, welche gewissermaassen den Gipfel dieser Unterordnung bildet, indem einerseits die Ausbildung der Brustfüsse als Gehwerkzeuge, andererseits die Reduction des Schwanzes hier am ausgeprägtesten durchgeführt ist. Der Körper ist breit (die Kopf-Rumpf-Partie häufig breiter als lang), der Schwanz ist stark abgeplattet, kurz und schwach,

1) Bei gewissen (wahrscheinlich bei vielen) Garneelen wird das vorderste, ziemlich schwache Brustfusspaar in derselben Weise verwendet; sie werden in die Höhle von vorn und unten hineingesteckt und putzen und fegen die Kiemen rein.

und auf die Bauchseite des Rumpfes umgeschlagen, beim Weibchen breiter als beim Männchen. Die Antennen sind kurz, Hinterantennen ohne Aussenast, letztes Kieferfusspaar abgeplattet, bedeckt die übrigen Mundfüsse wie eine Flügelthür. Nur das 1. Brustfusspaar sind Scheerenfüsse, die übrigen starke Gangbeine. Das 6. Schwanzfusspaar (Schwanzfächer) fehlt; beim Weibchen tragen das 2.—5. Schwanzfusspaar die Eier (das 1. Paar fehlt in der Regel), beim Männchen sind meistens nur die als Begattungswerkzeuge ausgebildeten Schwanzfüsse (1.—2. Paar) vorhanden. — Die Krabben verlassen das Ei als Zoëen mit dem 1. und 2. Kieferfuss als Schwimmwerkzeuge ausgebildet (das 3. Paar entwickelt sich nicht in dieser Weise); die Krabben-Zoëen zeichnen sich oft dadurch aus, dass sie auf dem kurzen Schild lange Stacheln besitzen. Ein Mysisstadium haben sie nicht, dagegen durchlaufen sie ein Garneelenstadium (das sogenannte Megalops-Stadium), in welchem die junge Krabbe zwar

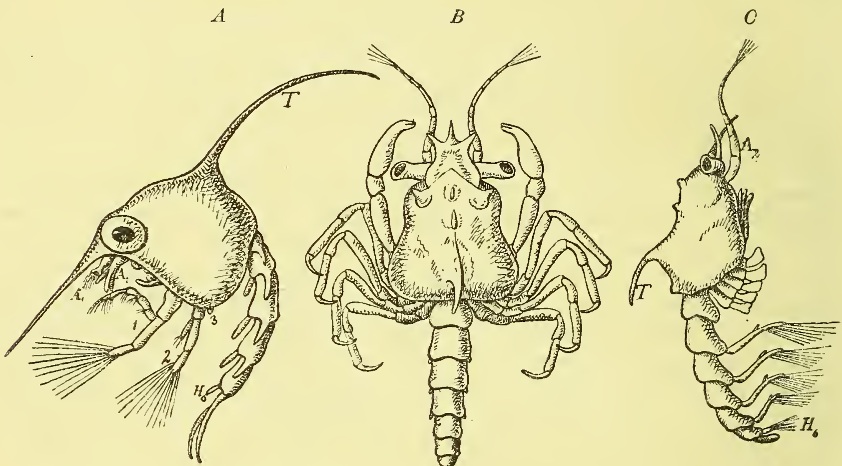


Fig. 188. *A* Zoëa einer Krabbe, *B—C* Garneelenstadium derselben von oben und von der Seite, vergr. (in *C* sind die Brustfüsse grösstentheils abgeschnitten). A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne, 1—3 erster bis dritter Kieferfuss, H_6 sechster Schwanzfuss, *T* Rückenstachel. — Nach Rathke.

in den meisten Beziehungen dem ausgebildeten Thiere ähnlich ist, aber einen kräftigeren, nach hinten gerichteten Schwanz besitzt, welcher mit Füssen ausgestattet ist, die als Schwimmwerkzeuge fungiren. Endlich werden Schwanz und Schwanzfüsse reducirt, der Schwanz umgeschlagen, und die Krabbe ist fortan ein kriechendes Thier. — An den Küsten der Nord- und Ostsee (und anderer europäischen Meere) lebt, schon dicht am Strande, in grosser Anzahl die Strandkrabbe (*Carcinus maenas*), ebenso wie andere Krabben ein lebhaftes, schlaues Raubthier, welches sich, wenn es angegriffen wird, muthig wehrt. In der Nordsee lebt auf tieferem Wasser der grosse, dickschalige, sehr breite Taschenkrebs (*Cancer pagurus*).

7. Ordnung. **Heuschreckenkrebse** (*Stomatopoda*).

Die Heuschreckenkrebse sind Malakostraken mit grossen Stielaugen, mit Schild und kräftigem Schwanz. Das Schild ist

jedoch ziemlich klein, und die vier hinteren Rumpfsegmente sind frei, beweglich, kräftig ausgebildet und nicht vom Schilde überdeckt. Der Schwanz ist stark, fast gerade, mit den gewöhnlichen 6 Fusspaaren ausgestattet, von denen das hinterste mit dem 7. Schwanzsegment zusammen den Schwanzfächer bildet, während die übrigen fünf Paare alle kräftig ausgebildete, paarweise zusammengehakte Schwimmfüsse sind, welche auf ihrem äusseren Blatt je eine grosse, verästelte Kieme tragen. Von den 8 Rumpffusspaaren sind die 5 vorderen sämmtlich Greiffüsse, deren

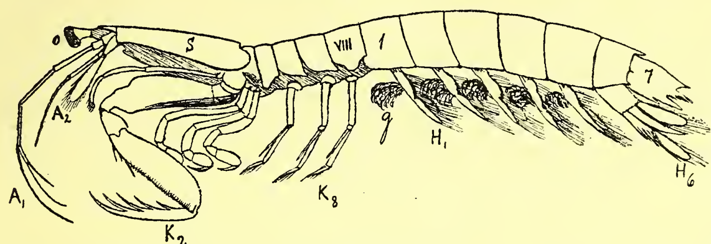


Fig. 189. *Squilla.* *VIII* **achtes Rumpfsegment; 1, 7 erstes und siebtes Schwanzsegment;** A_1—A_2 **Antennen;** *g* **Kieme;** H_1, H_6 **erster und sechster Schwanzfuss;** K_2, K_8 **zweiter und achter Rumpffuss;** *o* **Auge;** *S* **Schild. — Nach Lütken.**

äusserstes Glied gegen das vorletzte eingeschlagen werden kann, das zweite Paar ist besonders stark entwickelt. Die drei letzten Rumpffusspaare sind schwache Gehfüsse. — Die Heuschreckenkrebse, welche ihre Eier nicht mit sich umhertragen, durchlaufen eine Metamorphose, deren erste Stufen nicht genau bekannt sind. Weiter entwickelte Larven von recht ansehnlicher Grösse, zart und durchsichtig, aber übrigens von einem Baue, welcher in der Hauptsache dem des erwachsenen Thieres entspricht, gehören zu den charakteristischsten Bestandtheilen des pelagischen Thierlebens.

Die Gruppe, welche nur verhältnissmässig wenige und ziemlich gleichgebildete Formen umfasst, gehört den wärmeren Meeren an. Eine ansehnliche Art, *Squilla mantis*, ist im Mittelmeer häufig.

2. Classe. **Tausendfüssler** (*Myriopoda*).

Der vielgliedrige, in der Regel langgestreckte Körper ist von einer unverkalkten oder verkalkten Chitinhaut umgeben. Der deutlich abgegrenzte Kopf ist jederseits mit einer Gruppe von Punktaugen versehen, seltener ist jederseits ein wirkliches zusammengesetztes Auge vorhanden; der Kopf trägt ferner ein Paar Antennen, welche einfach fadenförmig oder schwach gekeult sind, und die drei gewöhnlichen Kieferpaare oder nur zwei solche. Der übrige Körper ist nicht in mehrere Abschnitte getheilt, sondern besteht aus einer meistens grossen Anzahl der Hauptsache nach gleichartiger Segmente, welche kurze cylindrische Beine tragen, jedes aus einer einfachen Reihe von Gliedern (6—7) zusammengesetzt.

In ihrem inneren Bau sind die Myriopoden den Insekten ähnlich. Der Darmkanal ist meistens gerade und zerfällt in eine engere Speiseröhre, einen cylindrischen Mitteldarm (Chylusdarm) und einen engeren Enddarm; dicht am Munde öffnen sich einige Speicheldrüsen,

in den Enddarm münden an der Grenze des Chlylusdarmes 2 (seltener 4) Harnkanäle (Malpighi'sche Gefässe, vergl. die Insekten); der After befindet sich im letzten Segment. Eine Leber fehlt. Das Herz ist ein auf der Rückseite befindlicher langer Schlauch mit paarigen Seitenspalten, durch welche das Blut eintritt; vom vorderen Ende (und von den Seiten) gehen Arterien aus, während das Blut sich übrigens in den Spalten und Hohlräumen des Körpers bewegt. Die Tausendfüssler besitzen ebenso wie die Insekten ein System luftführender Röhren, ein Tracheensystem, welches sich im Körper verzweigt und durch Athemlöcher öffnet, welche sich meistens am Grunde einiger der Beinpaare befinden. Das Nervensystem hat den für die Gliederfüssler gewöhnlichen Typus; die Bauchnervenknoten sind meistens gleichartig ausgebildet, der gleichartigen Entwicklung der Körpersegmente entsprechend. Die Eierstöcke sind ebenso wie auch die Hoden im Allgemeinen zu einem unpaaren Organ verschmolzen, welches bei den Scolopendern mit einer unpaaren Oeffnung unten am hinteren Ende des Körpers vor dem After mündet, während bei den echten Tausendfüsslern ein Paar Geschlechtsöffnungen zwischen dem 2. und 3. Beinpaare vorhanden ist, also weit vorne auf der Bauchseite des Körpers. Bei den letzteren sind meistens die am 7. Segment sitzenden Beine des Männchens zu Begattungswerkzeugen umgebildet, welche vor der Begattung mit Samen gefüllt und nachher in die Geschlechtsöffnungen des Weibchens eingeführt werden [1]).

Fig. 190.



Fig. 191.

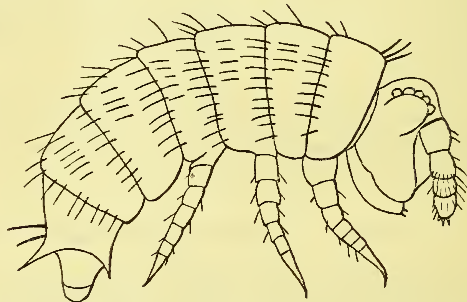


Fig. 190. Darmkanal von *Lithobius* aus der Ordnung der Scolopender. *a* After, *h* Enddarm, *m* Mitteldarm, *s* Speicheldrüse, *u* Malpighi'sches Gefäss, *v* Vorderdarm. — Nach Plateau.

Fig. 191. Neugeborene Larve eines echten Tausendfüsslers. — Nach Metschnikoff.

Von den meisten echten Tausendfüsslern (z. B. *Julus*) werden die Eier klumpenweise an irgend einen Gegenstand abgelegt und von einer aus Erde und einem Drüsensecret gebildeten Wölbung überdeckt, welche oben mit einem Loch versehen ist. (*Glomeris* dagegen umgiebt jedes Ei mit einer kugeligen Erdhülle.)

1) Bei einer Gattung der echten Tausendfüssler, *Glomeris*, ist dagegen das hinterste Beinpaar zu Begattungswerkzeugen ausgebildet.

Die echten Tausendfüssler und einige Scolopender besitzen, wenn sie das Ei verlassen, noch eine geringere Gliedmaassen- und Segmentzahl als später; bei ersteren ist das neugeborene Junge meistens nur mit 3 Beinpaaren ausgestattet (dasjenige von Julus ist sogar noch ganz gliedmaassenlos), bei letzteren hat es 7 Beinpaare. Andere Scolopender haben bei der Geburt die vollständige Zahl.

Die Tausendfüssler bilden eine verhältnissmässig kleine Abtheilung, deren Mitglieder ohne Ausnahme Landbewohner sind; sie leben an feuchten, schattigen Stellen, unter Laub, in der Erde etc.

Die Tausendfüssler stehen der folgenden grossen Classe, den Insekten, in den meisten Punkten so nahe, dass es vielleicht das Richtigste sein würde, sie diesen einzuverleiben. Wenn wir sie hier als besondere Classe aufführen, so geschieht das, weil sie immerhin in gewissen Beziehungen Eigenthümlichkeiten darbieten, welche sie unter den Insekten als etwas Fremdartiges erscheinen lassen und die Abrundnung jener Classe beeinträchtigten würden.

1. Ordnung. **Scolopender** (*Chilopoda*).

Der Kopf ist abgeplattet und trägt **drei** Kieferpaare, von welchen die Mittelkiefer sehr oft in der Mittellinie verwachsen sind; das Grundglied des Hinterkiefers ist ebenfalls mit dem der anderen Seite verwachsen, während die übrigen Glieder einen Palpus bilden. Der übrige Körper, welcher oft aus einer sehr grossen Anzahl von Segmenten besteht, ist oben und unten abgeplattet; die Beine entspringen weit von einander entfernt (Fig. 193*A*), an den weichen Seitentheilen der Segmente, an jedem Segment ein Paar. Das **vorderste Paar Beine** ist von den übrigen sehr abweichend gestaltet: es ist sehr kräftig entwickelt und bildet ein Paar plumpe, hakenförmige Werkzeuge, an denen dicht vor der Spitze die Oeffnung einer Giftdrüse sich befindet (die **Gifthaken**). Auch das letzte Beinpaar ist in der Regel etwas abweichend; es ist länger als die vorhergehenden und nach hinten gerichtet. — Wie oben bemerkt, münden die Geschlechtsorgane am Hinterende.

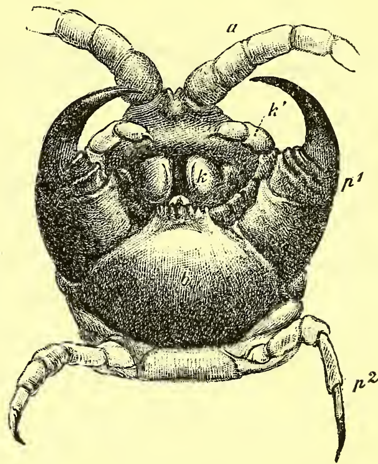


Fig. 192. Kopf und vorderste Rumpfsegmente eines Scolopenders, von unten. *a* Antenne (grösstentheils abgeschnitten), *k* Mittelkiefer (zum grossen Theil verdeckt), *k'* Palpus des Hinterkiefers, p^1 vorderes Beinpaar, *b* verwachsene Grundglieder desselben, p^2 zweites Beinpaar. — Orig.

Die Scolopender, von denen mehrere Arten leuchten, sind lebhafte Raubthiere, welche ihre Beute mit dem Gifthaken tödten. In den Ländern der gemässigten Zone leben nur ziemlich kleine Arten; eine bedeutendere Grösse (etwa bis Fusslänge) erreichen sie in den Tropen.

2. Ordnung. **Echte Tausendfüssler** (*Chilognatha* oder *Diplopoda*).

Mit nur zwei Kieferpaaren, welche gewöhnlich als Vorder- und Mittelkiefer bezeichnet werden. Der Bau des Rumpfes ist sehr eigenthümlich. Während die zwei Beine jedes Paares bei den Scolopendern weit von einander entspringen, durch eine breite Bauchplatte getrennt, sind sie hier dicht neben einander auf der Unterseite eingelenkt; ferner tragen die allermeisten Segmente je zwei Beinpaare, was in der Weise aufzufassen ist, dass je zwei Segmente mit einander verwachsen sind; die zunächst auf den Kopf folgenden vier Segmente besitzen jedoch nur ein Beinpaar (eines derselben ist sogar gliedmaassenlos). Die Form

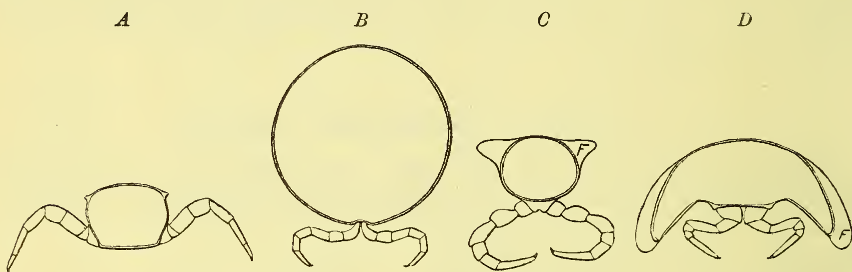


Fig. 193. Querschnitte: *A* von einem Scolopender, *B*—*D* von verschiedenen echten Tausendfüsslern (*B Julus*, *D Glomeris*), *F* seitlicher Fortsatz. — Orig.

der Segmente ist verschieden; bei einigen (Fig. 193 *B*) sind sie vollkommen cylindrisch, bei anderen ist jedes Segment ebenfalls ein kurzer Cylinder, welcher aber jederseits einen kurzen, nach aussen gerichteten Fortsatz besitzt, was dem Körper ein mehr abgeplattetes Aussehen verleiht (Fig. 193 *C*); wieder bei anderen ist der Körper wirklich abgeplattet mit convexer Ober- und concaver Unterseite (Fig. 193 *D*). Die Beine sind schwach und dünn und nach aussen gerichtet; sie sind in der Hauptsache (abgesehen von denen, welche beim Männchen als Begattungswerkzeuge fungiren, vergl. oben) alle gleichgebildet. — Dass die echten Tausendfüssler die Geschlechtsöffnungen vorne am Körper haben und Begattungsgliedmaassen besitzen, ist schon oben hervorgehoben.

Die echten Tausendfüssler sind langsame Thiere, welche sich von verwesenden oder weichen Pflanzentheilen oder thierischen Ueberresten ernähren. Sie rollen sich bei der Berührung spiralig zusammen.

Von den in Nord- und Mitteleuropa vorkommenden Formen (welche alle klein sind) führen wir an: *Julus* mit cylindrischem, gestrecktem Körper; *Glomeris* mit halbcylindrischem, kurzem, aus einer ziemlich geringen Gliederzahl zusammengesetztem Körper (asselähnlich).

3. Classe. **Insekten** (*Insecta*).

Der Körper der Insekten zerfällt naturgemäss in drei Abschnitte: Kopf, Brust und Hinterleib. Der Kopf ist scharf von der Brust gesondert, oft theilweise von einer hervorragenden Kante des vordersten Brustsegments bedeckt; er ist gewöhnlich sehr beweglich. Am Kopfe

befindet sich jederseits ein ungestieltes, zusammengesetztes Auge, welches aus einer gewöhnlich sehr grossen Anzahl kleiner Augen besteht, deren jedem eine kleine, in der Regel sechseckige, convexe Facette (die Linse) auf der Oberfläche des Kopfes entspricht; von solchen Facetten finden sich 20 bis viele Tausend in jedem zusammengesetzten Auge. Die Augen nehmen bei vielen Insekten einen sehr grossen oder sogar den grössten Theil des Kopfes ein (bei vielen Zweiflüglern z. B. ist letzteres der Fall), ihr Umkreis ist am häufigsten annähernd kreisrund, oft jedoch nierenförmig etc. Selten sind die zusammengesetzten

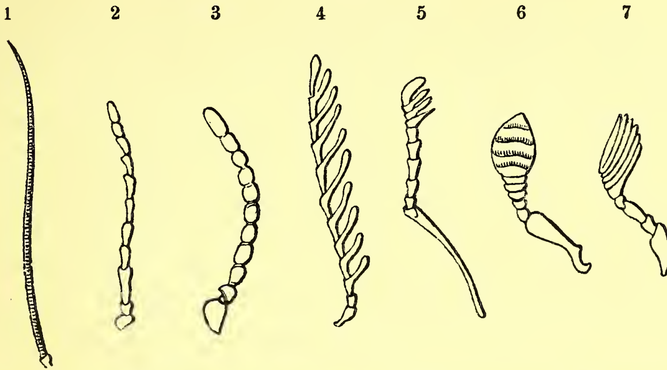


Fig. 194. Antennen verschiedener Insekten. 1 borstenförmig, 2 fadenförmig, 3 perlschnurförmig, 4 kammförmig, 5—7 keulenförmig (5 gebrochen, 7 mit Blätterkeule). — Nach Judeich & Nitsche.

Augen durch je eine kleine Gruppe von Punktaugen [1]) (so bei den Springschwänzen) oder gar von einem einzigen Punktauge jederseits ersetzt (Flöhe, Läuse). Bei manchen Insekten finden sich ausser den zusammengesetzten Augen 1—3 Punktaugen auf der Mitte des Kopfes [2]) (vergl. das Stirnauge der Krebse). Am Kopfe entspringt ferner ein Paar Antennen oder Fühler, welche entweder aus einer beschränkten Anzahl wohlentwickelter Glieder oder aus einer grossen Anzahl sehr kurzer besteht. Die Form der Antennen ist äusserst verschieden; sie sind bald — die einfachste Form — faden- oder borstenförmig, bald perlschnurförmig (die Glieder stark eingeschnürt, wo sie sich mit einander verbinden), kammförmig (die Glieder einer- oder beiderseits in Fortsätze ausgezogen), keulenförmig (die Spitze der Antenne angeschwollen) etc.

Der Kopf trägt ferner die Mundöffnung und die dieselbe umgebenden Mundtheile. Diese bieten bei den Insekten die mannigfaltigste und verschiedenartigste Entwicklung dar; trotzdem lässt sich der innigste Zusammenhang der Mundtheile verschiedener Insekten nachweisen. Das einfachste und ursprünglichste Verhalten bieten die beissenden Mundtheile dar, welche man bei den Geradflüglern, Käfern, Netz- und Hautflüglern findet. Bei diesen Insektengruppen sind folgende Mundtheile vorhanden: eine Oberlippe und je ein Paar Vorder-, Mittel- und Hinterkiefer. Die Oberlippe ist eine bewegliche, breite, unpaare Platte, welche vor der Mundöffnung gelegen ist. Hinter der

1) Wir reden hier nur von den erwachsenen Insekten; über die Verhältnisse der Insektenlarven vergl. unten.

2) Sie fehlen fast bei allen Käfern.

Oberlippe sitzen die V o r d e r k i e f e r (Oberkiefer), welche der Hauptsache nach denen der Krebse ähnlich sind; der Palpus fehlt jedoch immer, so dass jeder Vorderkiefer aus einem einzigen, ungegliederten

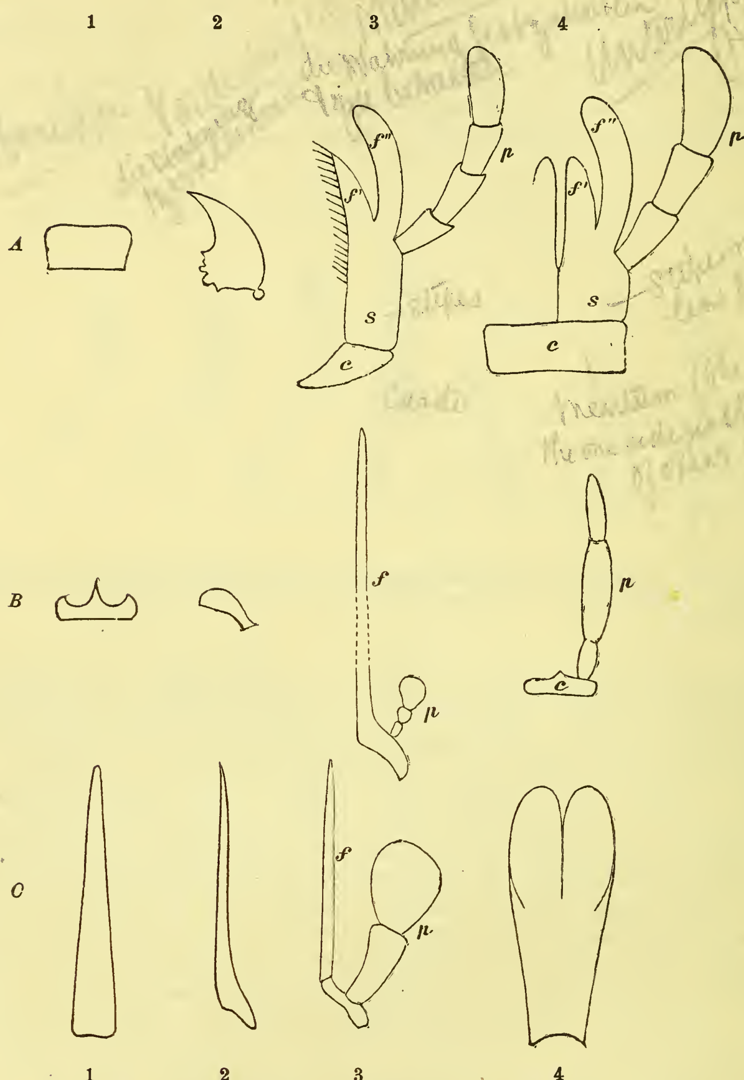


Fig. 195. Schematische Abbildungen der Mundtheile verschiedener Insekten. *A* eines Insekts mit b e i s s e n d e n Mundtheilen, *B* eines S c h m e t t e r l i n g s, *C* eines Z w e i - f l ü g l e r s. 1 Oberlippe, 2 Vorderkiefer, 3 Mittelkiefer, 4 Unterlippe. *c* Angel, *s* Schaft, f'—f'' innere und äussere Kaulade, *f* Lade des Mittelkiefers bei Schmetterlingen und Zweiflüglern, *p* Taster. — Orig.

Stück besteht, welches nach innen (nach der Mittellinie zu) und nach aussen bewegt werden kann; innen besitzt er einen schneidenden Rand und am Grunde einen gefurchten oder höckerigen Mahlzahn, welch letzterer am besten bei Pflanzenfressern entwickelt ist, während ersterer

bei Raubinsekten am stärksten ausgebildet ist. Die Mittelkiefer (meistens als Unterkiefer bezeichnet) bestehen gewöhnlich aus 6—8 Gliedern; von diesen ist das Basalglied, die Angel (*Cardo*), kurz, das zweite Glied, der Schaft (*Stipes*), dagegen gross und vorne in zwei grosse Lappen oder Laden, die innere und äussere Kaulade, verlängert, von denen die erstere an ihrem inneren Rande gewöhnlich mit steifen Borsten oder Stacheln versehen ist; die äussere Lade ist bei einzelnen Formen zweigliedrig; zuweilen ist nur eine Lade vorhanden. Der übrige, meistens 4—6-gliedrige Theil des Mittelkiefers bildet einen nach aussen gebogenen Palpus oder Taster. Die Function des Mittelkiefers besteht hauptsächlich darin, die Nahrung festzuhalten und zu betasten, während die Vorderkiefer dieselbe zerkleinern; zuweilen nehmen jedoch auch die Mittelkiefer an letzterer Aufgabe Theil. Die Hinterkiefer sind in ihrer Zusammensetzung den Mittelkiefern ähnlich, unterscheiden sich jedoch von diesen dadurch, dass sie in ihrem proximalen Abschnitt mit einander verwachsen sind; die beiden Angeln sind immer zu einer unpaaren Platte, dem Kinn (*Mentum*), verschmolzen, ebenso wie auch die Schäfte mehr oder weniger vollständig verwachsen und die Laden oft in Vergleich mit denen der Mittelkiefer umgeformt sind; die Taster verhalten sich wie an den Mittelkiefern, bestehen aber nie aus mehr als vier Gliedern. Die Hinterkiefer der Insekten werden gewöhnlich mit dem Namen Unterlippe, ihre Taster als Lippentaster, die Laden als Zunge und Nebenzunge bezeichnet. Mit der Unterlippe der Krebsthiere darf dieser Theil natürlich nicht verglichen werden; ebenso wie die Vorder- und Mittelkiefer ist die Unterlippe der Insekten ein Gliedmaassenpaar, den Hinterkiefern der Krebsthiere entsprechend, während die Unterlippe der letzteren eine Hautfalte ist, welche bei den Insekten fehlt. Die Unterlippe bildet übrigens bei den Insekten die hintere Begrenzung des Mundes, wie die Oberlippe die vordere.

Bei den mit saugenden Mundtheilen ausgestatteten Insekten finden wir dieselben Elemente, aber in verschiedener Weise den veränderten

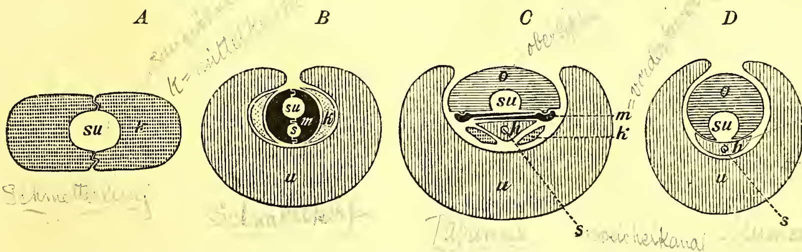


Fig. 196. Schematische Querschnitte des Rüssels von: *A* Schmetterling, *B* Schnabelkerf, *C Tabanus* (Bremse), *D Musca* (einem anderen Zweiflügler, dem Vorderkiefer und Mittelkieferladen fehlen). *su* die Saugröhre, durch welche die Flüssigkeit in den Mund hinauf steigt; *s* Speichelkanal, *o* Oberlippe, *m* Vorderkiefer, *k* Mittelkiefer, *u* Unterlippe, *h* Hypopharynx. — Orig.

Aufgaben entsprechend umgeformt. Bei den Schmetterlingen ist die Oberlippe eine kurze, breite Platte ohne weitere Bedeutung; die Oberkiefer sind rudimentär oder fehlen. Dagegen sind die Mittelkiefer mächtig entwickelt: sie besitzen allerdings jeder nur eine Lade, diese aber ist verlängert und halbrinnenförmig an ihrer nach innen gewendeten

Seite ausgehöhlt und mit derjenigen der anderen Seite derartig zusammengefalzt, dass beide Laden eine längere, nur an den Enden offene Röhre bilden: diese Röhre ist das Saugwerkzeug, der Rüssel, des Schmetterlings. Die Mittelkiefertaster sind schwach, aber vorhanden. Der unpaare Theil der Unterlippe ist schwach entwickelt, dagegen sind die Taster derselben grosse, behaarte Klappen, welche den in der Ruhe spiralig aufgerollten Rüssel zwischen sich fassen. — Bei den Schnabelkerfen (Wanzen und Cicaden) ist das Saugrohr von den Vorderkiefern gebildet, welche in Form zweier zusammengedrückter Klingen ohne Taster auftreten; an ihrer inneren Fläche ist jede Klinge mit zwei Rinnen versehen, und sie sind derart zusammengelegt und zusammengefalzt, dass die Rinnen beider Klingen zusammen zwei Röhren bilden, eine obere und eine untere; durch die obere Röhre, welche die weitere ist, wird die Flüssigkeit in den Mund eingesogen; durch die untere, welcher sich hinten (proximal) die Oeffnung des Ausführungsganges der Speicheldrüsen anschliesst, wird der Speichel in die Nahrung hineingeleitet (der Speichel wird somit der Nahrung beigemischt, ehe diese von dem Thiere aufgesogen wird). An den Seiten der Vorderkiefer liegen zwei andere dolchförmige Werkzeuge, die umgebildeten Mittelkiefer, welche ebenso wie die Vorderkiefer zugespitzt und dazu geeignet sind, als Stechwerkzeuge zu fungiren; beide Paare sind in tiefe Gruben eingefügt und können nach vorn geschoben und wieder zurückgezogen werden. Die Unterlippe ist dadurch ausgezeichnet, dass auch die Taster mit einander verwachsen sind, so dass die ganz Unterlippe einen unpaaren, 3—4-gliedrigen Theil bildet, welcher stark rinnenförmig ausgehöhlt ist und als eine Scheide Vorder- und Mittelkiefer umschliesst. Diese Scheide ist oben offen, die Oeffnung übrigens im grössten Theile ihrer Länge eine blosse Spalte; nur am Grunde ist die Scheide oben weiter offen, die Oeffnung wird aber hier von der dreieckigen Oberlippe bedeckt. Man hat früher die Unterlippe der Schnabelkerfe als die eigentliche Saugröhre aufgefasst, später aber erkannt, dass dieselbe thatsächlich ein Futteral für die eigentliche von den Vorderkiefern gebildete Saugröhre ist. — Die Zweiflügler bieten folgende Verhältnisse dar. Bei der vollständigen Ausbildung der Mundtheile (z. B. bei Stechmücken und Bremsen [*Tabanus*]) finden wir eine Oberlippe von ansehnlicher Länge, welche auf ihrer Unterseite stark rinnenförmig ausgehöhlt ist; unterhalb derselben liegen die abgeplatteten, degenartig verlängerten Vorderkiefer; Oberlippe und Vorderkiefer bilden zusammen die Saugröhre. Unterhalb der Vorderkiefer liegt ein unpaarer, schmaler, abgeplatteter Theil, der Hypopharynx, welcher hinten von der Unterlippe entspringt; der Ausführungsgang der Speicheldrüsen durchläuft den Hypopharynx und mündet an dessen Spitze. Neben demselben liegen die Mittelkiefer, welche ebenso wie die Vorderkiefer lange, schmale, klingenförmige Stech- oder Schneidewerkzeuge sind; von der Basis des Mittelkiefers entspringt ein grosser Taster. Sämmtliche genannten Theile sind von der langen, rinnenförmig ausgehöhlten, tasterlosen Unterlippe umschlossen, welche ähnlich wie bei den Schnabelkerfen nur ein Futteral für die übrigen Mundtheile bildet; nur die Kiefertaster sind nicht mit von der Unterlippe umschlossen, sondern ragen an der Basis frei hervor. — Bei anderen Zweiflüglern (z. B. der Stubenfliege) fehlen Vorder- und Mittelkiefer (mit Ausnahme des Grundtheiles der letzteren mit dem Palpus); in diesem Falle übernimmt der Hypopharynx die Rolle der

Oberkiefer und verschliesst die Oberlippen-Rinne von unten. — Bei den Hautflüglern (deren Mehrzahl einfache beissende Mundtheile besitzt) findet man zuweilen, z. B. bei der Biene, dass die Mundwerkzeuge zugleich beissend und saugend sind: die Vorderkiefer sind kräftige Beisswerkzeuge, während Mittelkiefer und Unterlippe zusammen eine eigenthümliche Saugröhre bilden.

Die Brust ist aus drei Segmenten zusammengesetzt: Vorder-, Mittel- und Hinterbrust (*Pro-*, *Meso-*, *Metathorax*). Meistens sind die beiden hinteren mit einander unbeweglich verbunden, während die Vorderbrust frei beweglich ist; in anderen Fällen sind alle drei Segmente unbeweglich verbunden. Jedes derselben trägt ein Paar Beine (als Vorder-, resp. Mittel- und Hinterbeine bezeichnet), welche in die folgenden Abschnitte zerfallen: Hüfte (*Coxa*), Schenkelring (*Trochanter*), Schenkel (*Femur*), Schiene (*Tibia*) und Fuss (*Tarsus*); davon bestehen die vier ersteren nur aus je einem Glied, während der Fuss gewöhnlich mehrgliedrig ist. Die Hüfte und der Schenkelring sind meistens kurz, der Schenkel und die Schiene dagegen fast immer gestreckt, ersterer dicker als letztere; am unteren Ende der Schiene ist häufig ein Paar bewegliche Dornen (die Sporen) eingelenkt. Der Fuss besteht bei sehr vielen Insekten aus fünf Gliedern (bei anderen aus einer geringeren Anzahl) und trägt an seiner Spitze meistens zwei bewegliche Haken, die Krallen. Die Beine der Insekten sind wesentlich Gehwerkzeuge, Gangbeine; während des Ganges ruht das Thier auf der Unterseite des Fusses, welche oft filzig ist; das distale Ende des Schenkels ist nach aussen, das der Schiene nach unten, die Spitze des Fusses nach aussen gerichtet (an den Vorderbeinen hat der Fuss ausserdem noch eine Richtung nach vorne, an den Hinterbeinen nach hinten). Bei manchen Insekten haben die Beine oder einige derselben ausser der genannten Function noch andere: es dienen z. B. die Vorderbeine des Maikäfers nicht allein als Gehwerkzeuge, sondern auch zum Graben; bei anderen sind die Beine zum Zweck der Nebenfunction so einseitig ausgebildet, dass die ursprüngliche Hauptfunction ganz in den Hintergrund tritt: die Vorderbeine der Maulwurfsgrille sind z. B. fast nur Grabwerkzeuge, dasselbe Beinpaar beim Wasserskorpion Fangwerkzeuge; die Hinterbeine der Heuschrecken bilden hauptsächlich einen Springapparat, bei den Schwimmkäfern sind dieselben ausgeprägte Schwimmwerkzeuge.

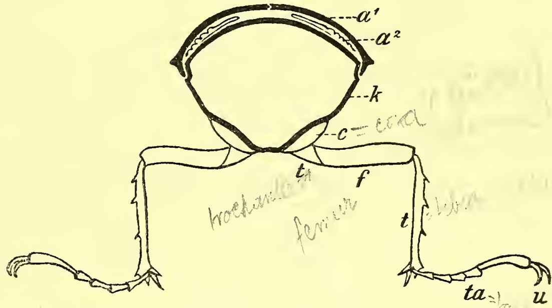


Fig. 197. Querschnitt durch die Brust eines Käfers, Schema. a^1 Vorderflügel (Flügeldecke), a^2 Hinterflügel. *k* Leibeswand; *c* Hüfte, *t* (oben) Schenkelring, *f* Schenkel, *t* (unten) Schiene, *ta* Fuss, *u* Krallen. — Orig.

Die Brust trägt ausserdem in der Regel zwei Paar Flügel, welche oben von der Seite des Thieres, von der Mittel-, resp. Hinterbrust entspringen. Jeder Flügel ist eine grosse, plattenförmige Hautausstülpung' welche anfänglich dieselben Schichten wie die übrige Haut besitzt, d. h. der Flügel ist jederseits mit einer Chitinschicht (der Cuticula) bekleidet,

innerhalb dieser befindet sich jederseits eine Oberhautschicht, und zwischen den beiden Oberhautschichten laufen Tracheen, Nerven etc. Wenn der Flügel aber fertig ausgebildet ist, schwinden die weichen Theile zwischen den beiden Chitinlamellen, so dass der Flügel dann fast allein aus den zwei, dicht zusammengeklappten Chitinblättern besteht. Die Flügel, welche mit der Brust beweglich verbunden sind und von einem in letzterer befindlichen Muskelapparat in Bewegung gesetzt werden, sind im Allgemeinen dünne, durchsichtige Platten, in welchen ein Netz von etwas dickeren, fester chitinisirten (und dunkleren) Rippen vorhanden ist. Nicht selten sind sie mit spärlichen Haaren oder gar mit einer dichten Behaarung versehen (vergl. die Schmetterlinge). Die Vorder- und Hinterflügel sind manchmal fast völlig gleich, auch was die Grösse betrifft (z. B. bei gewissen Libellen), weit häufiger sind sie aber mehr oder weniger verschieden, von ungleicher Form, Grösse (bald sind die Vorder-, bald die Hinterflügel die grösseren) etc. Während des Fluges sind die Flügel seitlich gerichtet, in der Ruhe werden sie dagegen mehr oder weniger nach hinten gerichtet, so dass sie den Hinterleib bedecken; dabei liegen die Vorderflügel über den Hinterflügeln, welche in der Ruhe oftmals fächerförmig gefaltet sind [1]). In Anschluss hieran finden wir bei manchen Insekten (Heuschrecken, Käfern u. a.), dass die Vorderflügel zu Flügeldecken ausgebildet sind: sie sind dicker und steifer geworden und haben wesentlich oder ausschliesslich die Aufgabe, die Hinterflügel während der Ruhe zu bedecken und zu schützen, während ihre Bedeutung für den Flug zurücktritt; unter denselben liegen die meistens grossen Hinterflügel fächerförmig oder zugleich quer zusammengefaltet. Die höchste Entwickelung erreichen die Flügeldecken bei den Käfern (Fig. 197), bei denen sie nicht nur vorzüglich geeignet sind, eine schützende Decke für die dünnen Hinterflügel zu bilden, sondern auch, indem der innere Rand gerade ist und sich dem des anderen Flügels eng anschliesst und der äussere sich dicht an den Seitenrand des Körpers legt, eine Decke für die Oberseite des Hinterkörpers abzugeben, welche dem entsprechend weicher als die Unterseite ist; und wir finden denn auch, dass die nicht wenigen Käfer, welche keine oder rudimentäre Hinterflügel besitzen, trotzdem in der Regel vollkommen entwickelte Vorderflügel haben. — Eine andere Umbildung eines Flügelpaares findet man bei den Zweiflüglern, deren Hinterflügel als kleine, keulenförmige Anhänge, Schwingkolben, entwickelt sind, deren Bedeutung nicht klar ist, welche aber jedenfalls nicht Flugorgane sind. — Bei einer Anzahl Insekten verschiedener Gruppen sind die Flügel rudimentär oder fehlen ganz; viele davon sind Schmarotzer.

Der Hinterleib, der hintere, gliedmaassenlose Abschnitt des Körpers, besteht aus bis zu 10 Segmenten, welche in der Regel mit einander beweglich verbunden sind, wenn auch nicht selten einige derselben verwachsen sind; zwischen Brust und Hinterleib ist seltener eine solche tiefere Einschnürung vorhanden wie zwischen Kopf und Brust. An jedem Hinterleibssegment kann man in der Regel eine Rücken- und eine Bauchplatte unterscheiden, welche jederseits durch eine weichere Partie verbunden sind. Bei einigen Insekten (Maulwurfsgrille, Libellen etc.) findet man am hinteren Ende des Hinterleibes ein Paar gegliederte oder ungegliederte, nach hinten gerichtete Schwanzraife (*Cerci*), sonst aber keine Gliedmaassen oder gliedmaassenähnliche Anhänge [2]).

1) Selten werden dagegen die Vorderflügel in der Ruhe gefaltet.

2) Bei einigen Gattungen, welche zu den Thysanuren gehören — einer Gruppe,

Die chitinige Cuticula ist bei den Insekten nicht verkalkt, erreicht aber trotzdem oft eine sehr bedeutende Festigkeit und ist oft von ansehnlicher Dicke. Unter derselben findet sich die gewöhnliche einschichtige Oberhaut. Mit der Haut sind häufig Hautdrüsen verbunden; von solchen nennen wir die Stinkdrüsen an der Unterseite der Brust bei den Wanzen, die Afterdrüsen der Laufkäfer,

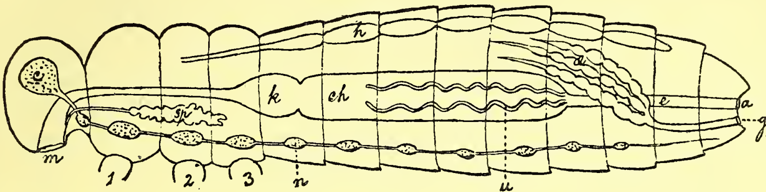


Fig. 198. Schematische Darstellung einiger Hauptpunkte der Organisation der Insekten. 1—3 erstes bis drittes Beinpaar, abgeschnitten; *a* After, *c* Gehirn, *ch* Chylusdarm, *e* Enddarm, *g* Geschlechtsöffnung, *h* Herz, *k* Kropf, *m* Mund, *n* Bauchganglion, *sp* Speicheldrüse, *u* Malpighi'sches Gefäss, *œ* Eierstock. — Orig.

die Wachsdrüsen der Bienen und Schildläuse etc. Es sind theils einzellige, theils echte Drüsen; zuweilen sind sie durch einfache, platte, verdickte Oberhaut-Partien repräsentirt (Wachsdrüsen der Biene).

Das Nervensystem zeichnet sich dadurch aus, dass das Gehirn oft eine sehr bedeutende Grösse erreicht. Das vorderste der Bauchganglien, das unterste Schlundganglion, hat ebenso wie das Gehirn seinen Platz im Kopf und giebt Aeste an die Mundtheile ab. Auf dasselbe folgen drei Ganglien oder Ganglienpaare, eines für jedes Brustsegment, und endlich eine Reihe Hinterleibsganglien. Oft rücken jedoch einige der Ganglien zusammen und bilden eine Masse; es verschmelzen z. B. das 2. und 3. Brustganglion häufig mit einander, ferner können die hinteren Hinterleibsganglien verschmelzen; oder das 2.—3. Brustganglion und alle Hinterleibsknoten vereinigen sich zu einer

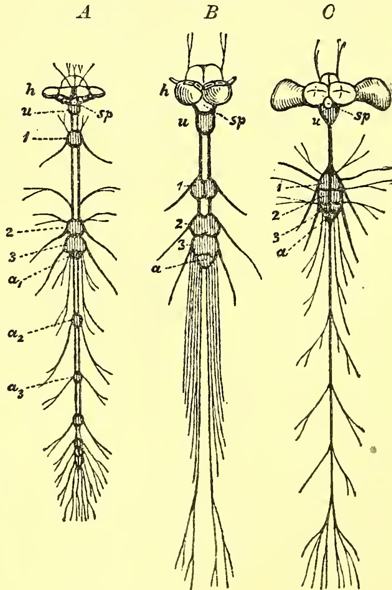


Fig. 199. Nervensystem einer Ameise (*A*), eines Maikäfers (*B*) und einer Schmeissfliege (*C*). *h* Gehirn, *u* unteres Schlundganglion, 1—3 die drei Brustganglien, a_1—a_3 Hinterleibsganglien, *a* verschmolzene Hinterleibsganglien, *sp* Durchtrittsöffnung für die Speiseröhre. — Nach Brandt.

welche ausschliesslich flügellose Insekten mit beissenden Mundtheilen umfasst, — findet man auf der Unterseite der Hinterleibssegmente kleine paarige Anhänge, welche zwar nicht gegliedert sind, aber ihrem Ursprung nach ganz an Gliedmaassen erinnern. Auch ist hervorzuheben, dass bei manchen Insektenembryonen am 1. Hinterleibssegment (zuweilen an mehreren Hinterleibssegmenten) deutliche Gliedmaassenanlagen hervorsprossen, welche aber vor der Geburt rückgebildet werden.

Masse, welcher in extremen Fällen auch das erste Brustganglion sich anschliesst.

Sinnesorgane. Als Geruchsorgane deutet man stabförmige Theile (feine, kurze Haare), welche mit eigenthümlichen Oberhautzellen (Sinneszellen) in Verbindung stehen, welch letztere sich wieder mit den Nervenfasern verbinden; solche Theile sind auf den Antennen, oft in Gruben derselben, angebracht. — Gehörwerkzeuge finden sich wahrscheinlich bei vielen oder allen Insekten, da man einerseits durch Versuche nachgewiesen hat, dass manche eine Lautempfindung besitzen, andererseits weiss, dass viele Laute erzeugen, was mit grosser Wahrscheinlichkeit auch das Vermögen, solche zu empfinden, voraussetzt; trotzdem sind aber Gehörwerkzeuge bis jetzt mit Sicherheit nur für eine geringe Anzahl Insekten bekannt geworden. Bei den Feldheuschrecken findet man auf der Seite des 1. Hinterleibssegmentes ein im Boden einer Grube ausgespanntes dünnes Häutchen (das „Trommelfell", einen besonders entwickelten Abschnitt der Haut), an dessen Innenseite eigenthümliche Zellen angebracht sind, welche je ein stiftartiges Körperchen einschliessen und an welche Nervenfasern herantreten. Man meint, dass das Häutchen durch die Schallwellen in Schwingungen versetzt und dass dabei auf die genannten Zellen eingewirkt wird; die Wirkung der Schallwellen wird dadurch verstärkt, dass eine dicht an dem „Trommelfell" liegende Tracheenblase als Resonanzboden dient. Gehörorgane von wenig abweichendem Baue finden sich bei den Laubheuschrecken an den Vorderschienen. Bei anderen Insekten hat man ähnliche Zellen wie die beschriebenen gefunden, ohne dass aber in der Nähe derselben ein „Trommelfell" oder eine Tracheenblase vorhanden wäre, und man glaubt diese ebenfalls als einfache Gehörwerkzeuge betrachten zu dürfen. — Was die Augen betrifft, so verweisen wir auf das S. 249 Mitgetheilte und auf die im Allgemeinen Theil enthaltenen Angaben über den Bau der Augen bei den Gliederfüsslern.

Darmkanal. Bei den saugenden Insekten gehen von der Mundhöhle zur Innenseite des Kopfes starke Muskeln, welche durch ihre Contractionen die Mundhöhle erweitern und dadurch bewirken, dass die Flüssigkeit, in welche die Saugröhre hineingesteckt wird, in letztere und dann in die Mundhöhle hinaufsteigt. In die Mundhöhle öffnen sich ein oder mehrere Paare von Speicheldrüsen. Der übrige Theil des Darmkanals, dessen Verlauf gerade oder geschlängelt ist, zerfällt in die Speiseröhre, den Chylusdarm und den Enddarm. Die Speiseröhre ist gewöhnlich vorne eng, hinten aber öfters zu einem Kropf ausgedehnt, welcher entweder als eine einfache Erweiterung der Speiseröhre oder als ein besonderer beutelartiger Anhang erscheint, der durch einen engen Gang mit der übrigen Speiseröhre in Verbindung steht (letzteres bei manchen saugenden Insekten); der Kropf dient als vorläufiges Reservoir für die aufgenommene Nahrung. Nicht selten ist der allerletzte Theil der

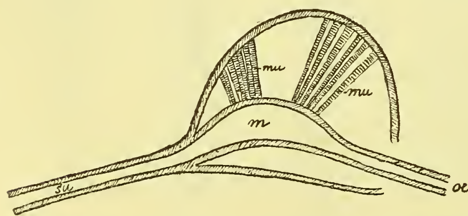


Fig. 200. Schematischer Längsschnitt des Kopfes eines saugenden Insektes. *su* Saugröhre, *m* Mundhöhle, *mu* Muskeln, welche letztere erweitern, *oe* Speiseröhre. — Orig.

Speiseröhre besonders musculös, mit festen Theilen an der Innenseite versehen und als Kaumagen thätig. Der Chylusdarm ist der eigentlich verdauende (doch ist auch das Secret der Speicheldrüsen in dieser Beziehung wirksam) und aufsaugende Abschnitt des Darmkanals; er ist schlauchförmig, zuweilen in mehrere Abschnitte gesondert. Es ist das den Darm auskleidende Epithel selbst, welches die Verdauungssäfte liefert; zuweilen können kleine Ausstülpungen, welche als Warzen oder Zotten an der Aussenfläche des Darmes her-

Fig. 201.

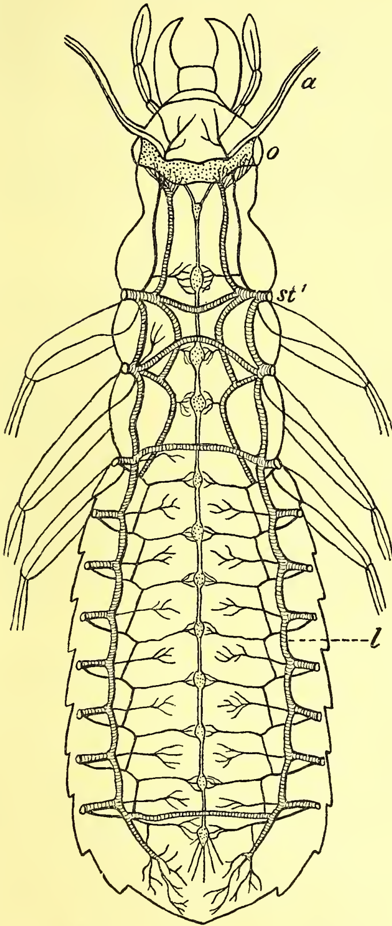


Fig. 202.

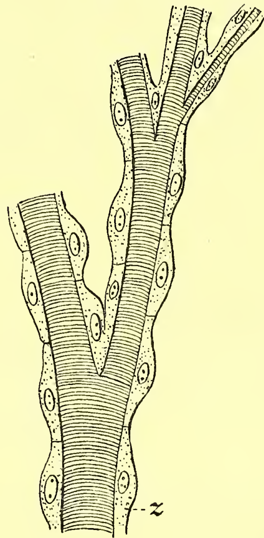


Fig. 201. Schema der Hauptstämme des Tracheensystems eines Insekts; ausserdem ist noch das Centralnervensystem mit eingezeichnet. *a* Antenne, *o* Auge, st^1 vorderstes Athemloch, *l* Längsstamm. — Nach Kolbe.

Fig. 202. Stück einer Trachee, von einer Blattwespen-Larve (ein wenig schematisirt). *z* eine Zelle der Wand. — Orig.

vorragen, in demselben Sinne thätig sein; eine gesonderte Leber ist dagegen nie vorhanden. Der Enddarm zerfällt gewöhnlich in einen vorderen, engeren und einen hinteren, weiteren Abschnitt; der After befindet sich am hintersten Körpersegment. In das vorderste Ende des Enddarmes, an der Grenze des Chylusdarmes, münden die Harngefässe oder Malpighi'schen Gefässe, feine, dünne, unverästelte, lebhaft gefärbte (weisse, gelbe, braune, grüne) Schläuche; meistens sind sie nur in geringer Anzahl vorhanden, 4—6, und er-

reichen dann eine bedeutende Länge, bei den Hautflüglern und einigen Geradflüglern treten sie dagegen in grösserer Anzahl auf, sind dann aber kürzer. Diese Schläuche sind die Excretionsorgane der Insekten.

Die Athmungsorgane sind bei den Insekten durch ein System luftführender Röhren, der Tracheen, vertreten, welche sich durch den ganzen Körper verzweigen, die Organe umspinnen und durchdringen und vermittels mehrerer Oeffnungen, der Athemlöcher oder Stigmen (Spirakel), welche wie das ganze System symmetrisch angeordnet sind, mit der umgebenden Welt in Verbindung stehen. Von Stigmen finden sich höchstens 10 Paare, je eines auf der Mittel- und Hinterbrust und auf den 8 vorderen Hinterleibsegmenten, wo die Stigmen in der weichen Partie zwischen Rücken- und Bauchplatte sitzen; der Kopf und die Vorderbrust sind stigmenlos [1]). Die Stigmen sind in der Regel spaltförmige Oeffnungen, welche häufig längs jedes Randes mit einer Reihe Borsten (Fig. 203 *s*) versehen sind, die über die Oeffnung hin liegen und verhindern, dass Fremdkörperchen in die Tracheen eindringen; auch auf andere Weise kann derselbe Zweck erreicht werden.

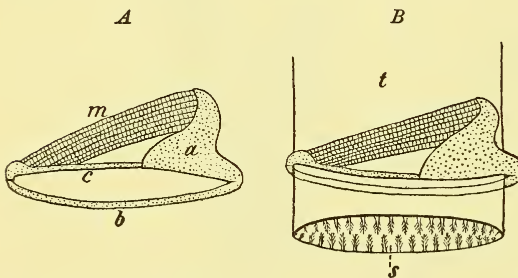


Fig. 203. Verschlussapparat der Tracheen eines Käfers (schematisirt). *A* der Verschlussapparat allein, geöffnet, *B* die Trachee mit dem Verschlussapparat, geschlossen. Der Apparat besteht aus drei Chitinstücken, welche zusammen die Trachee ringförmig umgeben; das eine Stück (*b*) ist so lang wie die beiden anderen zusammen, von diesen entsendet das eine (*a*) einen hohen Fortsatz, an welchen sich ein von dem dritten Stück (*c*) entspringender Muskel (*m*) heftet. Wenn der Muskel sich contrahirt, werden *a* und *c* gegen *b* hinabgedrückt, und die Trachee wird zwischen den drei Stücken zusammengeklemmt. *s* Stigma, *t* Trachee. — Orig.

Von der Oeffnung geht gewöhnlich ein kurzer, querer Stamm nach innen, welcher in einen der grossen Haupt-Tracheenstämme einmündet; letztere laufen in verschiedener Zahl der Länge nach durch das Thier, stehen mit einander durch mehrere Querstämme in Verbindung und geben zahlreiche Aeste ab, welche sich baumförmig in allen Theilen des Körpers verästeln. Seltener fehlen die genannten Längsstämme, und die von jedem Stigma entspringende Trachee löst sich unmittelbar in eine Anzahl Aeste auf, welche mit dem übrigen Tracheensystem in keiner Verbindung stehen. Von den Tracheen sind oft einige zu Blasen erweitert, welche einen geringeren oder grösseren, zuweilen aber bedeutenden Umfang besitzen; diese Blasen haben keine wesentliche Bedeutung für die Athmung, wohl aber in einer anderen Beziehung: indem sie das specifische Gewicht des Körpers verringern, werden sie von wesentlicher Bedeutung für den Flug; das Tracheensystem ist mit anderen Worten nicht allein Athmungsorgan, sondern bei manchen In-

1) Die Lage einiger Stigmen kann sich manchmal verschieben: das der Mittelbrust angehörige Paar kann an der Grenze der Mittel- und Vorderbrust liegen (Fig. 201) oder gar (z. B. bei den Schmetterlingsraupen) auf die Vorderbrust vorrücken.

sekten zugleich ein hochausgebildeter aërostatischer Apparat. Alle Tracheen sind von einer dünnen Chitinhaut ausgekleidet, welche in den gröberen (jedoch nicht in den blasenförmigen Anschwellungen) von einem feinen Spiralfaden, einer spiraligen Verdickung der Chitinhaut gestützt ist. Die Lufterneuerung geschieht durch Bewegungen des Hinterleibes: durch Zusammenziehung desselben wird ein Theil der in den Tracheen befindlichen Luft ausgestossen, und wenn der Hinterleib wieder erschlafft, so tritt eine neue Luftmenge ein. Damit die Luft in die äussersten Ausläufer der Tracheen eindringen kann, ist an der von dem Stigma entspringenden Trachee eine eigenthümliche Einrichtung vorhanden, vermittels welcher die Trachee völlig zusammengepresst werden kann; wenn dies geschehen ist und das Thier dann seinen Hinterleib zusammenzieht, so kann die Luft nicht durch die Stigmen entweichen und wird dann in die äussersten Verästelungen und in die blasigen Anschwellungen getrieben. Wird dann der Hinterleib erschlafft und der Verschlussapparat gleichzeitig geöffnet, so strömt eine neue Luftmenge von aussen in die Tracheen hinein; durch Zusammenziehung des Hinterleibs wird dann, indem gleichzeitig der Verschlussapparat thätig ist, die neue Luftmenge in die feinsten Aeste und in die Blasen getrieben. Durch wiederholte Anwendung dieses Mittels kann das Tracheensystem mit Luft stark gefüllt und sämmtliche Blasen völlig aufgebläht werden, was besonders für die Verwendung des Tracheensystems als aërostatischer Apparat von Bedeutung ist; vor dem Flug sieht man namentlich plumpere Insekten sich in dieser Weise mit Luft vollpumpen.

Die Tracheen entstehen beim Embryo als Einstülpungen der Oberhaut, welche sich reich verzweigen, theilweise mit einander verbinden (so entstehen die grossen Längsstämme) und eine Cuticula ausscheiden ebenso wie die Oberhaut. Die Einstülpungsöffnungen werden zu den Stigmen. — Bei den Häutungen wird auch die Cuticula der Tracheen erneuert; die alte Cuticula wird aus den Stigmen herausgezogen.

Bei einer Anzahl im Wasser lebender Insektenlarven (Libellen, Eintagsfliegen, Netzflüglern) ist das Tracheensystem geschlossen, d. h. ohne offene Stigmen. Bei diesen wird der Sauerstoff durch sogenannte Tracheenkiemen aufgenommen, dünnhäutige Anhänge mit grosser Oberfläche und einem reichen Netz von Tracheen, welche den im Wasser aufgelösten Sauerstoff endosmotisch aufnehmen.

Neben seiner Function als Athmungsorgan und aërostatischer Apparat hat das Tracheensystem mancher Insekten auch die Aufgabe, als lauterzeugendes Organ zu wirken. Dicht an den Stigmen findet man in der Trachee recht häufig dünne Hautfalten (Stimmbänder), welche durch die aus den Tracheen ausgestossene Luft in Bewegung gesetzt werden und so gewisse Laute erzeugen (Brummen der Fliegen und des Maikäfers). Die Laute der Insekten kommen übrigens noch auf mancherlei andere Weise zu Stande. Fliegen, Bienen und Mücken, welche sämmtlich durch die Schwingungen der Stimmbänder Laute erzeugen, können auch einen summenden Laut vermittels schnell auf einander folgender Schwingungen der Flügel hervorbringen. Andere erzeugen einen Laut, indem sie verschiedene Theile der Körperoberfläche gegen einander reiben: die Männchen der Feldheuschrecken z. B., indem sie eine mit einer Reihe kleiner Spitzen besetzte Leiste des Hinterschenkels über die Flügeldecke streichen; andere wieder, indem sie irgend einen Theil des Körpers gegen einen fremden Gegenstand schlagen (die Bohr-

käfer klopfen z. B. mit dem Kopfe gegen die Wand ihrer im Holz genagten Gänge und erzeugen hierdurch das bekannte tickende Geräusch).

Einige Insekten besitzen das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten. Das Leuchten geht von grossen Zellen aus, welche im Innern des Körpers unter durchsichtigen Hautstellen sich befinden, und beruht auf einer Oxydation gewisser in den Zellen vorhandener Stoffe, weshalb die Zellen auch von einem reichen Tracheennetz umsponnen sind.

Das Gefässsystem ist bei den Insekten nur wenig entwickelt, was zu der hohen Ausbildung der Athmungsorgane in naher Beziehung steht: indem die Luft allen Theilen des Körpers direct zugeführt wird, ist die Bedeutung des Blutes als Sauerstoffträger in wesentlichem Grade verringert, und das Gefässsystem kann weniger ausgebildet sein. Es findet sich im Hinterleibe auf der Rückenseite ein röhrenförmiges, hinten geschlossenes, vorn offenes Herz, welches durch Einschnürungen, die den Einschnitten zwischen den Hinterleibsringen entsprechen, in eine Anzahl von Kammern getheilt ist; jede Kammer ist mit einem Paar von Spaltöffnungen versehen, an welchen klappenartige Einrichtungen sich befinden; auch an der Grenze der Kammern finden sich gewöhnlich Klappen. Das Herz ist wie bei anderen Gliederfüsslern von einem geräumigen Hohlraum, einem Herzbeutel, umgeben, welcher oben von der Rückenwand des Hinterleibs, unten von einer mit Muskelfasern durchwebten, durchlöcherten Bindegewebsplatte begrenzt wird. Das Herz und eine schlauchartige Fortsetzung seines vorderen Endes, die Aorta, sind die einzigen Gefässe des Körpers; sonst läuft das Blut in den Lücken zwischen den Organen, übrigens in ziemlich regelmässigem Strome. Das Blut tritt, nachdem es den Körper durchflossen hat, in den Herzbeutel und von diesem, indem das Herz erschlafft und die Spalten sich dabei öffnen, in das Herz selbst ein und wird von letzterem durch die Aorta in die Höhlungen des Körpers getrieben.

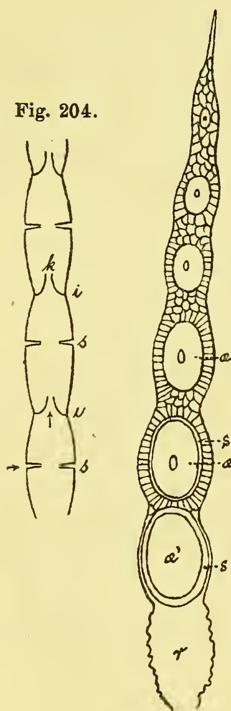


Fig. 204. Stück des Herzens eines Insekts, Schema. *i* Einschnürung zwischen zwei Kammern, *k* Klappen, *s* venöse Spalte. — Orig.

Fig. 205. Eiröhre eines Insekts, Schema. *α* junge Eier, *α'* ausgebildetes Ei, *s* Schale, *r* leeres unteres Ende der Eiröhre (ein Ei ist kürzlich entleert). — Orig.

Geschlechtsorgane. Die weiblichen Insekten besitzen ebenso wie andere Gliederfüssler ein Paar Eierstöcke. Jeder Eierstock besteht aus einer geringeren oder grösseren Anzahl von Eiröhren, welche in der Regel dem vorderen Ende des Eileiters wie Finger aufsitzen. Die Eiröhren, welche jede von einer dünnen Hülle umgeben sind, verjüngen sich gegen das vordere Ende zu und bestehen hier aus kleinen gleichartigen Zellen; etwas weiter hinten bemerkt man in der Mitte der Röhre grössere Zellen, die jungen Eizellen, von kleineren Zellen umgeben, welche an die Eizellen Nahrung abgeben und auch die Schale absondern, die das fertige Ei umgiebt. Die ausgebildeten Eier

nehmen das hintere Ende der Eiröhre ein und gehen von dieser in den Eileiter hinein; wenn ein Ei in letzteren übergetreten ist, so schrumpft die entsprechende Partie der Eiröhre ein, und dadurch wird das weiter vorn liegende Ei dem Eileiter genähert. Die beiden Eileiter vereinigen sich zu einem unpaaren Eiergang[1]) (oder der Scheide), welcher unterhalb des Afters ausmündet, entweder frei an der Körperoberfläche oder in eine am Hinterende des Körpers befindliche Kloake

Fig. 206.

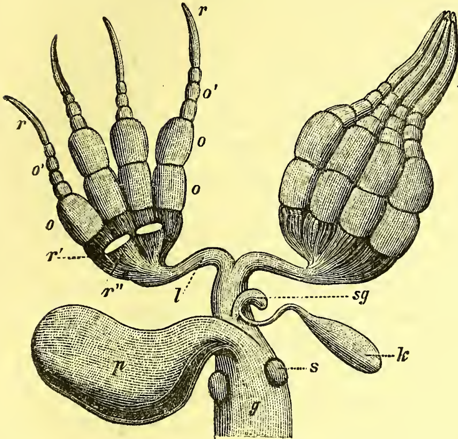


Fig. 207.



Fig. 206. **Weibliche Geschlechtsorgane** des Maikäfers. Rechts liegen die Eiröhren noch in natürlicher Lage beisammen, links sind sie getrennt und zwei derselben abgeschnitten. *g* Eiergang, *k* Drüse, welche sich in die Samentasche öffnet, *l* Eileiter, *o* Abschnitte der Eiröhren mit fast reifen Eiern, *o'* Abschnitte derselben mit unreifen Eiern, *p* Begattungstasche, *r* vorderstes, *r'*, *r''* hinterstes Ende der Eiröhren, *s* Drüschen, *sg* Samentasche. — Orig.

Fig. 207. **Männliche Geschlechtsorgane** desselben (Penis nicht mit gezeichnet). *b* Samenblase, *g* Samengang, *k* Anhangsdrüse, *l* Samenleiter, *r* erweiterter Abschnitt des Ausführungsganges der Anhangsdrüse, *t* Hoden, aus sechs Samensäckchen bestehend. — Orig.

(eine Einstülpung des Hinterendes). An der Scheide ist in der Regel eine Ausstülpung vorhanden, welche als Samentasche (*Receptaculum seminis*) fungirt, und eine oder ein Paar Nebendrüsen, welche entweder eine klebrige Flüssigkeit, womit die Eier an fremden Gegenständen festgeheftet werden, oder einen die Eier umhüllenden Schleim (z. B. bei Insekten, welche ihre Eier im Wasser ablegen) absondern; zuweilen findet man auch als Ausstülpung der Scheide eine Begattungstasche (*Bursa copulatrix*), in welche die Ruthe des Männchens während der Paarung eingeführt wird[2]). Nicht selten findet sich an

1) Bei einigen wenigen Insekten (Thysanuren, Eintagsfliegen) fehlt der unpaare Eiergang und die beiden Eileiter münden direkt hinten an der Unterseite des Körpers (vergl. die Krebsthiere).

2) Bei den Schmetterlingen bietet diese Begattungstasche ein eigenthümliches Verhältniss dar, indem sie nicht wie bei anderen Insekten eine einfache Ausstülpung der Scheide, sondern eine an beiden Enden offene Röhre darstellt, welche mit dem einen Ende in die Scheide, mit dem anderen auf der Oberfläche mündet, so dass hier also zwei Eingänge zum weiblichen Geschlechtsapparat vorhanden sind, von welchen die äussere Oeffnung der Begattungstasche bei der Paarung, die der Scheide bei der Ausführung der Eier benutzt wird.

der weiblichen Geschlechtsöffnung eine aus mehreren messer- oder degenförmigen Blättern zusammengesetzte Legeröhre (Heuschrecken) oder ein Legestachel (Hautflügler), oder die hintersten Segmente des Hinterleibs, welche dann dünn, gestreckt sind und fernrohrartig zusammengeschoben werden können, dienen als Legeröhre (Zweiflügler u. a.). — Die Schale des Eies ist häufig sehr fest, oft mit einer feinen und regelmässigen Sculptur und immer mit einer oder mehreren Oeffnungen, Mikropylen, versehen, durch welche die Samenkörperchen in das Ei eindringen können. Die äussere Form des Eies ist verschieden: es kann kugelig, oval, gestreckt, abgeplattet, mit Auswüchsen versehen, gestielt sein etc.

Die männlichen Geschlechtsorgane sind äusserlich in der Hauptsache eine Wiederholung der weiblichen. Es findet sich ein Paar Hoden, aus je einer oder mehreren langen Samenröhren oder kürzeren Samensäcken bestehend, welche am Ende des Samenleiters sitzen. Die beiden Samenleiter vereinigen sich zu einem unpaaren Samengang[1]), welcher an derselben Stelle mündet wie beim Weibchen die Scheide. Die Samenleiter erweitern sich an ihrem hinteren Ende zu je einer Samenblase (Samenreservoir); in den Samengang oder in den Samenleiter münden häufig besondere Anhangsdrüsen. Es ist meist ein mehr oder weniger complicirtes Begattungsorgan vorhanden, eine von dem Samengang durchlaufene Ausstülpung der Leibeswand, welches, wenn es nicht gebraucht wird, ganz oder theilweise zurückgestülpt ist; bei manchen liegt das unvollständig zurückstülpbare Organ, welches fest chitinisirte Partien besitzen kann, in der Kloake verborgen, aus welcher es bei der Begattung hervorgeschoben wird.

Sehr häufig findet man bei den Insekten mehr oder weniger ausgeprägte Geschlechtsunterschiede, welche sich wenigstens zum grossen Theil unschwer aus den verschiedenartigen Ansprüchen ableiten lassen, die das Geschlechtsleben und die mit der Fortpflanzung in Verbindung stehenden Lebensverhältnisse an Männchen und Weibchen stellen. Häufig besitzt das Männchen Einrichtungen, welche beim Weibchen fehlen, oder gewisse Körpertheile desselben sind besonders entwickelt; wir nennen beispielsweise: die grossen Vorderkiefer des Hirschkäfers, die kolossalen Augen der männlichen Honigbiene, die stärker ausgebildeten Antennen bei den Männchen des Maikäfers und zahlreicher Schmetterlinge, die breiten Vorderfüsse der Wasserkäfer-Männchen; derartige Einrichtungen sind (wenn sie überhaupt einem Verständnisse zugänglich sind) entweder davon abzuleiten, dass die Männchen mit einander um die Weibchen kämpfen (Hirschkäfer), oder sie sind — wenn es sich um eine besondere Entwicklung der Sinnesorgane handelt — die Folge der Ansprüche, welche in der Regel an das Männchen in Bezug auf die Aufsuchung des weniger beweglichen Weibchens gestellt werden, oder die



Fig. 208. Weibchen dreier verwandter Spanner-Arten (1 *Hibernia progemmaria*, 2 *H. aurantiaria*, 3 *H. defoliaria*), um die fortschreitende Rückbildung der Flügel zu zeigen. — Nach Ratzeburg.

1) Auch der Samengang kann (ebenso wie der Eiergang) fehlen (bei Eintagsfliegen und einzelnen anderen) und die Samenleiter getrennt ausmünden.

betreffenden Theile dienen als Werkzeuge zum Festhalten während der Begattung (Wasserkäfer). Seltener ist irgend ein Körpertheil beim Weibchen besonders entwickelt: beim Weibchen des Nussrüsslers (*Balaninus nucum*) ist der Rüssel länger als beim Männchen, weil jenes denselben bei der Durchnagung der Fruchtknoten benutzt, in denen es seine Eier anbringt. Nicht selten sind die Geschlechter an Grösse unterschieden und zwar so, dass das Uebergewicht meistens auf der Seite des Weibchens ist, was sich häufig einfach davon ableiten lässt, dass die Eier weitaus voluminöser sind als der Samen. Auch in der Färbung und Zeichnung sind häufig Unterschiede vorhanden, welche ebenso wie viele plastische Unterschiede (z. B. diejenigen zwischen Nashornkäfer-Männchen und -Weibchen) in der Regel keiner Erklärung zugänglich erscheinen. — Wie schon erwähnt, ist das Männchen in der Regel beweglicher als das Weibchen, und der Unterschied der Geschlechter in dieser Beziehung kann sehr weit gehen und eine bedeutende Um- und Rückbildung verschiedener Theile des Körpers des Weibchens mit sich führen. Bei nicht wenigen Schmetterlingen sind z. B. die Flügel der Weibchen bedeutend verkürzt, so dass sie als Flugwerkzeuge unbrauchbar werden, oder sie werden sogar rudimentär oder verschwinden völlig; ja bei einigen Schmetterlingsweibchen geht die Rückbildung noch weiter, auch die Beine sind schlecht oder gar nicht ausgebildet, so dass das Thier auf einen madenartigen Zustand herabsinkt und dem Männchen so

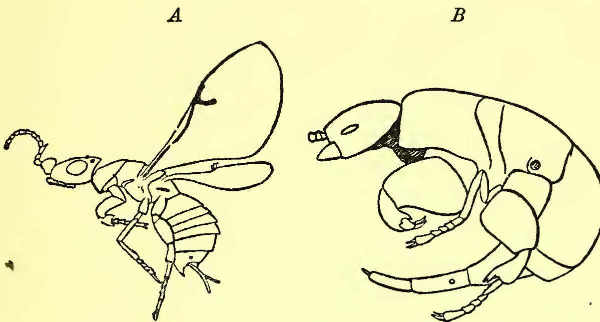


Fig. 209. *Blastophaga grossorum.* *A* ♀ ($\frac{12}{1}$), *B* ♂ ($\frac{24}{1}$). — Nach P. Mayer.

unähnlich wie nur möglich wird. Der entgegengesetzte Fall: dass das Weibchen an Beweglichkeit überlegen ist, kann ebenfalls vorkommen, wenn auch weit seltener; man findet z. B. in Feigen eine Art kleiner Gallwespen (*Blastophaga grossorum*), welche als Larve in den kleinen Früchten im Innern der Feige lebt; das Männchen verlässt die Feige, in welcher es als Larve gelebt hat, gar nicht und ist deshalb plump und ungeflügelt, während das Weibchen, welches zum Zweck der Eiablage junge Feigen aufsuchen muss, beweglich und geflügelt ist.

Bei einer Anzahl von Insektenarten findet man das sehr merkwürdige Verhältniss, dass eine grosse Anzahl Individuen das ganze Leben hindurch steril bleiben und somit keinen Antheil an der Fortpflanzung der Art nehmen können; die betreffenden Individuen besitzen wohl in der Regel deutliche Anlagen zu Geschlechtswerkzeugen, welche sich aber nicht so weit entwickeln, dass sie brauchbare Geschlechtsstoffe bilden (oder mit anderen Mängeln behaftet sind, so dass die betreffenden Individuen sich jedenfalls nicht am Fortpflanzungsgeschäft

betheiligen können); solche unfruchtbare Individuen sind bei einigen Insekten (Bienen, Ameisen) immer unvollkommen ausgebildete Weibchen, bei anderen (Termiten) sowohl Männchen als Weibchen. Die Ausbildung solcher steriler Individuen ist dadurch bedingt, dass die betreffenden Arten gesellig lebende Insekten sind, welche grössere oder kleinere Gemeinschaften bilden; sie ist ein Ausdruck einer Arbeitstheilung innerhalb dieser Gesellschaften, indem den sterilen Individuen die Brutpflege etc. auferlegt ist, während die Fortpflanzungsthätigkeit nur von relativ wenigen ausgeübt wird, welche dann aber auch eine ungeheuer grosse Nachkommenschaft erzeugen (vergl. die Arbeitstheilung der Hydroidenstöcke).

Parthenogenesis ist bei vielen Insekten nachgewiesen. Bei manchen Insekten ist die Parthenogenesis eine mehr ausnahmsweise auftretende Erscheinung; so legt z. B. das Weibchen des Seidenspinners (*Bombyx mori*), wenn es unbefruchtet bleibt, trotzdem Eier ab, welche dann meistens absterben, sich zuweilen aber in regelmässiger Weise entwickeln. Aehnliches ist für eine Anzahl anderer Schmetterlinge bekannt. In anderen Fällen ist die Parthenogenesis eine mehr regelmässige Erscheinung: bei gewissen Insekten ist eine parthenogenetische Fortpflanzung die Regel, nur hin und wieder treten Männchen auf, so bei gewissen Schmetterlingen, z. B. der *Psyche helix*, bei welcher das Weibchen flügellos und madenartig ist, das Männchen dagegen normal gestaltet ist; oder die Männchen erscheinen zwar stets neben den Weibchen, aber in geringer Anzahl und, wie es scheint, in der Regel ohne sich mit diesen zu begatten (so bei *Cynips rosae*, einer bekannten Gallwespe der Rose); oder es findet, wie bei gewissen Blatt- und Gallwespen, wie es scheint, eine ausschliesslich parthenogenetische Fortpflanzung statt, in welchem Falle die betreffende Art allein aus Weibchen besteht; oder die Fortpflanzung ist in gewissen Generationen (bei Heterogonie) eine ausschliesslich parthenogenetische. Eine andere Form von Regelmässigkeit finden wir bei manchen gesellig lebenden Hautflüglern, bei welchen die Männchen unbefruchteten, die Weibchen befruchteten Eiern entstammen. — Nicht selten tritt die parthenogenetische Fortpflanzung in gesetzmässiger Abwechslung mit gewöhnlicher geschlechtlicher Fortpflanzung auf, so dass wir also eine Heterogonie haben: entweder wechselt je eine parthenogenetische mit einer Männchen-Weibchen-Generation ab (Gallwespen), oder aber es kommen auf eine ♂-♀-Generation mehrere parthenogenetische (Blattläuse). Meistens sind die parthenogenetischen Generationen von den anderen mehr oder weniger verschieden; nicht selten können auch, wenn mehrere parthenogenetische Generationen auf einander folgen, Unterschiede zwischen diesen unter einander vorhanden sein.

Bei einigen Zweiflüglern (Mücken, *Cecidomyia*) können schon in der Larve Eier erzeugt werden, welche sich gleich ohne Befruchtung im mütterlichen Körper zu neuen Larven entwickeln; die Mutterlarve geht dann zu Grunde, während die jungen Larven weiter wachsen und entweder eine neue Larvengeneration auf dieselbe Weise erzeugen oder sich zu vollkommenen Insekten ausbilden. Wir finden also hier eine Parthenogenesis auf ein Lebensstadium zurückverlegt, in welchem sonst keine geschlechtliche Vermehrung stattfindet. Man bezeichnet diese Erscheinung mit dem besonderen Namen Pädogenesis.

Die Entwicklung des Eies findet in der Regel ausserhalb der Mutter statt, welche allgemein, oft mit der grössten Sorgfalt und be-

deutender Arbeit, dafür sorgt, dass das neugeborene Junge sofort reichliche Nahrung vorfindet; gewöhnlich wird dies einfach in der Weise erreicht, dass die Mutter die Eier an solchen Stellen ablegt, wo eine für die Jungen passende Nahrung natürlich vorhanden ist; nicht selten findet man aber, dass die Mutter vor der Eiablage einen für das Junge bestimmten Nahrungsvorrath einsammelt und das Ei neben demselben ablegt (gewisse Mistkäfer, Grabwespen); seltener ist eine Brutpflege in der Form, dass die Mutter dem ausgeschlüpften Jungen täglich frisches Futter bringt. — Bei einer geringen Anzahl Insekten werden die Eier erst dann abgelegt, wenn die Entwicklung des Embryos so weit vorgeschritten ist, dass er bald die Eihülle verlassen wird; andere gebären „lebendige Junge“, indem die ganze embryonale Entwicklung im Eiergang abgeschlossen wird. Ein eigenthümliches Verhältniss findet man bei den Lausfliegen (Hippoboscen), bei welchen nicht nur die eigentliche Eientwicklung im Eiergang abläuft, sondern die Larve noch lange Zeit in diesem verweilt und durch das Secret gewisser Anhangsdrüsen ernährt wird.

Die allermeisten Insekten besitzen, wenn sie das Ei verlassen, nicht die definitive Gestalt, müssen vielmehr eine Metamorphose durchlaufen; nur bei einer geringeren Anzahl, z. B. den Läusen und verschiedenen anderen flügellosen Insekten, sind die Veränderungen zu unbedeutend, als dass man von einer eigentlichen Metamorphose reden könnte. Die Metamorphose kann übrigens mehr oder weniger tief eingreifend sein, und namentlich kann man zwischen zwei wohl gesonderten Hauptformen unterscheiden, der vollkommenen und der unvollkommenen Metamorphose.

Bei Insekten mit unvollkommener Metamorphose (Geradflüglern, Schnabelkerfen) unterscheidet sich die neugeborene Larve gewöhnlich in der Hauptsache nur dadurch von dem ausgebildeten Thier, der *Imago*, dass sie völlig flügellos ist. Meist sind auch in anderen Beziehungen kleinere Unterschiede zu verzeichnen: die Anzahl der Glieder der Antennen kann eine geringere, der Kopf verhältnissmässig grösser als beim erwachsenen Thier sein etc. Der Uebergang von der ersten Larvenstufe zum ausgebildeten Thiere findet allmählich statt: es bilden sich Flügelanlagen[1]), welche zunächst klein sind, mit jeder Häutung aber grösser werden, ebenso wie auch andere Verschiedenheiten allmählich ausgeglichen werden; endlich nach der letzten Häutung sind die Flügel vollständig entwickelt und functionsfähig, was bei den Larven nicht der Fall ist, und gleichzeitig haben auch die anderen Körpertheile die definitive Form erlangt. — Bei einigen Insekten mit unvollkommener Metamorphose sind aber die Unterschiede zwischen der Larve und dem Erwachsenen bedeutend grösser, was dann daraus abzuleiten ist, dass beide eine wesentlich verschiedene Lebensweise führen. Sehr ausgeprägt sind die Unterschiede bei den Libellen und den Eintagsfliegen, welche als Larven im Wasser, als ausgebildete Insekten auf dem Lande (resp. in der Luft) leben: bei den Larven dieser Insekten ist das Tracheensystem geschlossen und sie athmen vermittels Tracheenkiemen (vergl. S. 259), bei den Erwachsenen dagegen besteht das gewöhnliche Verhältniss; auch in mehreren anderen Beziehungen, bei den Libellen z. B. in Bezug auf die Mundtheile, sind

---

1) Solche mit Flügelanlagen versehenen Larven werden oft mit dem Namen Nymphen bezeichnet.

namhafte Unterschiede zu verzeichnen. Diese Unterschiede erhalten sich durch das ganze Larvenleben bis zur letzten Häutung; ebenso wie bei den übrigen bilden sich aber allmählich Flügelanlagen aus. Mit der letzten Häutung verschwinden dagegen alle besonderen Larvencharaktere wie mit einem Schlag; natürlich haben aber thatsächlich die Veränderungen sich in der letzten Zeit des Larvenlebens allmählich innerhalb der alten Cuticula vollzogen. — Nachdem die Flügel fertig ausgebildet und in Function getreten sind, häutet sich das Thier nicht mehr, und das Wachsthum hört auf.

Bei den Eintagsfliegen, deren Larven, wie schon erwähnt, im Wasser leben, findet man die Eigenthümlichkeit, dass die Thiere, wenn sie das Wasser verlassen, mit schwachen, immerhin aber brauchbaren Flügeln ausgestattet sind, dann aber gleich nachher eine letzte Häutung bestehen und darauf erst mit vollständig ausgebildeten Flügeln erscheinen. Man hat das Thier auf jenem Stadium, in welchem es flugfähig, aber dennoch nicht vollständig entwickelt ist, als *Subimago* bezeichnet.

Die Insekten mit vollkommener Metamorphose (Käfer, Hautflügler, Schmetterlinge, Zweiflügler) unterscheiden sich von denen mit unvollkommener Metamorphose zunächst dadurch, dass der Unterschied der Larve und des ausgebildeten Thieres weit durchgreifender ist (vergl. unten), beide sind durchaus verschieden; ferner dadurch, dass die Larve während der ganzen Larvenperiode äusserlich keine allmähliche Annäherung an die Gestalt des ausgebildeten Thieres darbietet; und endlich — und zwar ist dies der wichtigste Charakter der vollkommenen Metamorphose — dadurch, dass zwischen das Larven- und das Imagostadium eine besondere Entwicklungsstufe, das Puppenstadium, eingeschoben ist, während dessen das Thier keine Nahrung zu sich nimmt und sich in der Regel vollständig ruhig hält; es ist eine Ruheperiode, in welcher eine Reihe bedeutsamer, oft ausserordentlich eingreifender Veränderungen im Körper des Thieres stattfindet.

Die Larve der Insekten mit vollkommener Verwandlung unterscheidet sich von der Imago durch folgende Charaktere: Die kleinen Punktaugen auf der Mitte des Kopfes fehlen stets, und die zusammengesetzten Augen sind durch eine Gruppe von Punktaugen auf jeder Seite des Kopfes ersetzt (welche aber auch ganz fehlen können). Die Antennen sind fast immer kurz und bestehen meistens aus einer geringen Anzahl Glieder. Die Mundtheile sind Beisswerkzeuge, selbst wenn das ausgebildete Thier saugende Mundtheile besitzt; und auch wenn das letztere beissende Mundtheile hat, sind sie doch immer wesentlich anders gestaltet. Die Beine sind kurz, besitzen eine geringere Anzahl und gleichartiger entwickelte Glieder als bei der Imago und haben gewöhnlich nur je eine Kralle. Flügel fehlen völlig. Die Brust ist klein, der Hinterleib gross. Die Chitinhaut ist, vom Kopf abgesehen, meistens weniger verdickt als bei der Imago. Das Nervensystem zeichnet sich in der Regel durch den Besitz zahlreicher gesonderter Nervenknoten aus, selbst bei solchen Insekten, bei welchen es später stark concentrirt ist (vergl. Fig. 210). Der Darmkanal ist oft sehr abweichend, namentlich ist dies in auffallendem Grade bei Insekten der Fall, deren Lebensweise im Larvenzustand von derjenigen des ausgebildeten Thieres sehr verschieden ist (z. B. bei den Schmetterlingen,

Fig. 210)[1]); von den Speicheldrüsen ist bei manchen Insektenlarven ein Paar zu Spinndrüsen umgebildet, deren Secret entweder dazu verwendet wird, fremde Theile zu einer schützenden Hülle um die Larve zusammenzukitten oder für sich allein eine solche zu bilden (meistens wird eine solche Hülle gebildet, um das Thier während der Puppenruhe zu beschützen)[2]). Das Tracheensystem ist unter Anderem häufig dadurch abweichend, dass gewisse Stigmen, welche bei der Imago offen,

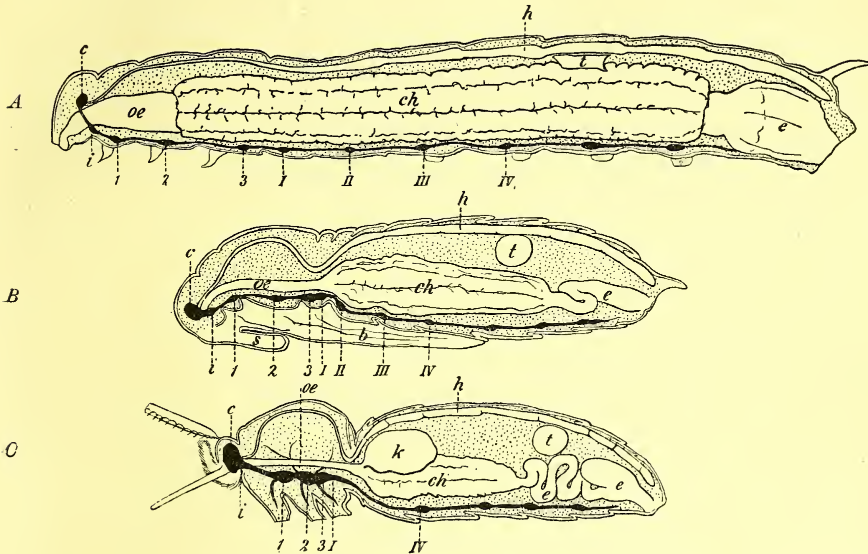


Fig. 210. Larve, Puppe und Imago eines Schmetterlings (*Sphinx*) mit verschiedenen Organen in den Körper-Umriss eingezeichnet; etwas schematisirt. Alle drei Figuren in gleicher Vergrösserung. *b* Beine, *c* Gehirn, *ch* Chylusdarm, *e* Enddarm, *h* Herz, *i* unteres Schlundganglion, *k* Kopf, *oe* Speiseröhre, *s* Rüssel, *t* Hoden, *1—3* die drei Brustganglien, *I*, *II*, *III*, *IV* die vier ersten Hinterleibsganglien. — Nach Newport, geändert.

bei der Larve geschlossen sind, oder umgekehrt; auch der Bau der Stigmen kann äusserst verschieden sein etc. Bei der Larve sind grosse Fettmassen, der Fettkörper, in der Leibeshöhle vorhanden, welche grösstentheils während der Metamorphose verbraucht werden, wenn sie auch beim ausgebildeten Insekt nicht völlig fehlen. Die Geschlechtsorgane sind nur als Anlagen vorhanden.

Während des Larvenlebens häutet sich das Thier zu wiederholten Malen und nimmt allmählich an Grösse zu, in der Regel ohne seine Form wesentlich zu verändern. Wenn die definitive Grösse erreicht ist,

1) Bei gewissen Insektenlarven (z. B. der Larve der Biene und des Ameisenlöwen) findet man das eigenthümliche Verhältniss, dass der Enddarm, in welchen die Malpighi'schen Gefässe münden, nicht mit dem Chylusdarm in Verbindung steht; sowohl das Hinterende des Chylusdarms wie auch das Vorderende des Enddarms sind geschlossen. Erst bei der Metamorphose verbinden sich beide mit einander.

2) Bei der Larve des Ameisenlöwen (und vermuthlich ebenso bei den Larven seiner Verwandten) wird das Secret, aus welchem die Spinnfäden der Puppenhülle gebildet werden, aller Wahrscheinlichkeit nach in einigen der Malpighi'schen Gefässe erzeugt (vergl. die analogen Verhältnisse bei gewissen Fischen, deren Niere Spinnstoff liefert).

ändert es aber, scheinbar plötzlich, seine äussere Form in einer Reihe wesentlicher Punkte und erscheint nach einer Häutung in der Puppengestalt. Die Puppe zeigt in der äusseren Form eine sehr bedeutende Annäherung an die Imagogestalt: sie besitzt grosse Flügelanlagen und zusammengesetzte Augen, die Beine und die Antennen nähern sich in der Form denen des ausgebildeten Insekts, dasselbe ist mit den Mundtheilen der Fall, alle Anhänge stehen aber noch in weichen Umrissen da, ohne deutliche Gliederung etc., sind in einem unbrauchbaren Zustande (ähnlich wie die Gliedmaassen-Anlagen am Körper eines Embryos) und liegen unbeweglich über den Körper hin, dessen allgemeine Form ebenfalls wichtige Annäherungen an die Imagoform darbietet (relative Ausbildung der Brust und des Hinterleibs etc.); innerlich steht aber die Puppe in dem Augenblick, wo die Larvenhaut abgestreift worden ist, noch wesentlich auf der Stufe der Larve. Die bedeutenden Veränderungen, welche man im äusseren Bau findet, haben natürlich thatsächlich nicht so plötzlich stattgefunden, wie es den Anschein hat; alle sind, besonders gegen den Schluss des Larvenlebens hin, vorbereitet worden, die Flügelanlagen z. B. können oft lange vorher als Einstülpungen der Leibeswand gebildet sein, welche dann, wenn die Larvenhaut endlich zum letzten Mal abgestreift wird, ausgestülpt werden und als Auswüchse des Körpers erscheinen; die Beine sind vorher innerhalb ihrer Chitinhüllen gewachsen, in welchen man in den letzten Tagen des Larvenlebens die Puppenbeine in zusammengefaltetem Zustande finden kann, etc.; am Ende des Larvenlebens ist das Thier wegen dieser Umänderungen, welche theilweise seine Anhänge functionsunfähig machen, träge und hält sich so weit wie möglich ruhig. Während des Puppenzustandes werden die Veränderungen fortgesetzt: die äusseren Formen des Körpers ändern sich unter der schützenden Decke der Puppen-Chitinhaut, und im Inneren des Körpers bilden sich die Larvenorgane allmählich zu denen der Imago um (vergl. Fig. 210), so dass die Theile in der Puppe am Anfang ganz anders als am Schluss des Puppenstadiums aussehen, obgleich scheinbar die Puppe — d. h. die Chitinhaut — die ganze Zeit dieselbe bleibt. Die meisten Puppen liegen ruhig da; zum Zweck der Athmung wird jedoch der Hinterleib bewegt, während grössere Ortsveränderungen nur bei wenigen stattfinden und dann ebenfalls mittels des Hinterleibes (z. B. bei Mückenpuppen, welche an die Oberfläche des Wassers, in welchem sie leben, hinauf müssen, um Luft zu holen). — Wenn alle Umbildungen endlich abgeschlossen sind, wird die Chitinhülle der Puppe gesprengt, und die Imago tritt hervor. Nachdem sämmtliche Anhänge der letzteren entfaltet sind und die Chitinhaut erhärtet ist, ist die Umbildung des Insekts in allem Wesentlichen abgeschlossen. Das ausgebildete Insekt häutet sich nie, es wächst nicht, jedenfalls nicht mehr als die meistens nicht sehr dehnbare Chitinhaut es erlaubt.

Die Veränderungen, denen das Insekt am Schluss der Larvenperiode und im Puppenstadium unterliegt, beschränken sich nicht auf eine Umformung der schon vorhandenen Theile, sondern es gesellt sich dazu eine umfassende Zerstörung und Auflösung vieler Theile des Larvenkörpers; bei einigen Insekten ist es sogar nur ein kleinerer Theil der Larve, welcher sich zur Imago gestaltet, während ein grösserer Theil aufgelöst wird und dem übrigen lediglich als Nahrung dient. Bei diesem Auflösungsprocess spielen die amöboiden Blutkörperchen der Larve eine wichtige Rolle, indem sie die absterbenden Gewebe förmlich auffressen,

dieselben stückweise in sich aufnehmen und verdauen, um die so aufgenommene Nahrung wieder an die lebenskräftigen, wachsenden Theile des Thieres abzugeben. Besonders weit geht diese Auffassung des Larvenkörpers bei einem grossen Theil der Zweiflügler, deren Larven nach Aussehen und Lebensweise so ausserordentlich von den ausgebildeten Thieren verschieden sind (z. B. bei der Schmeissfliege und vielen anderen).

Die Larven der Insekten mit vollkommener Verwandlung treten in einer Anzahl verschiedener Gestalten auf. Von besonders entwickelten Formen führen wir hier die eigenthümliche Larvengestalt an, welche bei den Schmetterlingen und den Blattwespen vorkommt und besonders dadurch charakteristisch ist, dass an der Unterseite des langen, wurstförmigen Hinterkörpers eine Anzahl sogenannter Afterfüsse vorhanden sind, kleiner musculöser Hautausstülpungen, welche bei der Bewegung eine wichtige Rolle spielen; derartige Larven werden als Raupen, resp. (bei den Blattwespen) als Afterraupen bezeichnet. Bei zahlreichen Larven verschiedener Ordnungen fehlen die Beine ganz; solche Larven, welche man als Maden bezeichnet, sind gewöhnlich blasse, meistens blinde Geschöpfe, welche ein verborgenes Leben führen (im Innern von Pflanzen, als Schmarotzer etc.), selten sind die Maden beweglicher (Wasserthiere, z. B. die Larven der Stechmücken). Die am meisten rückgebildeten Maden findet man bei den Schmeissfliegen und manchen anderen Zweiflüglern, deren Larven sich dadurch auszeichnen, dass sogar der Kopf nicht deutlich ausgebildet ist: kopflose Maden, während der Kopf bei manchen anderen Maden durch seine dicke, braune Chitinbekleidung oft gegen den übrigen Körper sehr absticht. Manche Insektenlarven, welche ein verborgenes Dasein, in der Erde, in Holz etc. führen, haben übrigens, ohne Maden zu sein, d. h. ohne der Brustgliedmaassen zu entbehren, einen ähnlichen Habitus wie die meisten Maden: sie sind blind oder fast blind, mit kurzen oder schwachen Beinen, weich und plump.

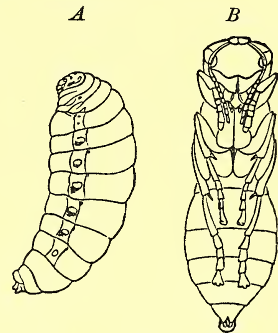


Fig. 211. *A* Larve (Made) einer Wespe von der linken Seite, *B* Puppe derselben von unten. — Nach Ratzeburg.

Bei den vielen Insekten mit vollkommener Verwandlung hat die Larve während der ganzen Zeit des Larvenlebens ungefähr dieselbe Gestalt. Bei einzelnen hat sie aber auf verschiedenen Altersstufen ein verschiedenes Aussehen, was meistens dazu in Beziehung steht, dass ihre Lebensverhältnisse auf den verschiedenen Stufen verschieden sind. Einen solchen Fall finden wir beim Oelkäfer und mehreren mit diesem verwandten Insekten: aus den Eiern schlüpft eine kleine, lebhafte, mit wohlentwickelten Beinen ausgestattete Larve aus, welche auf eine Pflanze kriecht und sich an gewissen Bienen anheftet, in deren Wohnungen sie, nachdem sie sich zu einem madenartigen Geschöpf umgebildet hat, den Rest des Larvenlebens zubringt (sie nährt sich von den Vorräthen der Bienen).

Die Puppen haben zwar nicht so mannigfache Formen wie die Larven, doch ist auch hier Manches von Interesse hervorzuheben. Wir finden z. B. eine eigenthümliche Puppengestalt bei den Schmetterlingen,

welche dadurch ausgezeichnet ist, dass Antennen, Mundtheile, Beine und Flügel dem Körper dicht anliegen und überall an ihrer Aussenseite fest und dick chitinisirt sind, was auch mit dem Körper überall dort der Fall ist, wo er von den genannten Theilen nicht bedeckt ist; die Gliedmaassen erscheinen hierdurch dem Körper wie angeklebt, und es hat den Anschein, als wäre dieser sammt den Gliedmaassen von einer gemeinsamen Firnisschicht überzogen. Bei manchen Zweiflüglern verdickt sich die Chitinhaut der Larve vor der Verpuppung bedeutend, und wenn sie sich nachher von den unterliegenden Weichtheilen losgelöst hat, wird sie nicht wie sonst abgestreift, sondern bleibt als eine feste Kapsel um die dünnhäutige Puppe zurück und dient dieser so als schützende Hülle; sie wird erst abgestossen, wenn die Imago hervorbricht (Tönnchenpuppe). Einen ähnlichen Schutz bilden sich manche Insekten dadurch, dass die Larve vor der Verpuppung aus einem Gespinnst oder aus zusammengesponnenen Theilen eine Hülle (Cocon) um sich herum bildet, innerhalb welcher die Puppe dann ruht (Schmetterlinge, Hautflügler, gewisse Käfer u. a.).

Bei einem Theil der Hautflügler ist eine eigenthümliche Entwicklungsstufe zwischen das Larven- und das Puppenstadium eingeschoben oder, richtiger, sie durchlaufen zwei Puppenstadien. Die erwachsene Larve wird nämlich zunächst zu einer sogenannten Halbpuppe mit kleinen Anlagen zu Flügeln, Beinen etc., und erst nachher tritt das Thier in das eigentliche Puppenstadium ein, welches durch grössere Flügel- und Beinanlagen, überhaupt durch eine bedeutendere Annäherung an die Imago charakterisirt ist.

Die Metamorphose der Insekten ist ein Ausdruck einer scharfen Arbeitstheilung im Leben des Thieres. Die Larvenperiode ist eine Frass- und Wachsthumsperiode, das Leben der Imago ist der Fortpflanzung gewidmet; mit der Metamorphose ist das Wachsthum abgeschlossen, als Imago nimmt das Thier in der Regel nicht mehr Nahrung zu sich, als nöthig ist, um die durch die Lebensvorgänge verursachten Verluste zu decken, und es stirbt, wenn die Fortpflanzung besorgt ist. In einigen Fällen ist der Gegensatz beider Perioden besonders ausgeprägt: als Imago nimmt das Thier gar keine Nahrung auf, die Frassperiode und die Fortpflanzungsperiode sind somit hier in schärfster Weise getrennt. Aber wenn auch das Thier in seiner letzten Lebensperiode Nahrung aufnimmt, so zeigt doch der Umstand, dass es sich nicht mehr häutet, zur Genüge, dass das Wachsthum wesentlich abgeschlossen ist. (Eine Ausnahme bilden in gewisser Weise die wenigen Insekten, deren Hinterleib im Imagostadium in Folge der starken Entwicklung der Eierstöcke stark anschwillt [Termiten].)

Durch den angegebenen Charakter tritt die Metamorphose der Insekten in einen ausgesprochenen Gegensatz zu derjenigen anderer Thiere, z. B. der Krebse, bei welchen der Abschluss des Larvenlebens und der Abschluss des Wachsthums keineswegs zusammenfallen.

Die Lebensdauer ist bei den Insekten fast immer scharf begrenzt und ziemlich kurz. Meistens dauert das ganze Leben des Individuums nur ein Jahr (das Leben als Ei, Larve, Puppe und Imago einbegriffen); bei nicht ganz wenigen, z. B. bei den Blattläusen, nur einen Bruchtheil eines Jahres; bei anderen (manchen grösseren Insekten) dauert es mehrere Jahre, in der Regel aber eine ziemlich bestimmte Anzahl Jahre (der Maikäfer lebt z. B. im nördlichen Deutschland in der Regel 4 Jahre). Von der ganzen Lebenszeit des Insekts fällt in

der Regel der grösste Theil auf das Larvenstadium und nur ein geringer Bruchtheil auf die Periode der Imago; als solche lebt das Thier nur kurze Zeit, nicht selten nur wenige Tage oder gar nur wenige Stunden. Nur ausnahmsweise sieht man Beispiele davon, dass das Leben als Imago mehrere Jahre dauern kann: man hat beobachtet, dass Honigbienen 5 Jahre, Ameisen sogar 12 Jahre in Gefangenschaft gelebt haben.

Die Insekten sind ein sehr ausgeprägter Landthier-Typus, dessen ganze Organisation dem Leben auf dem Lande und in der Luft eng angepasst ist. Nicht wenige sind jedoch derartig modificirt, dass sie im Süsswasser entweder ihr ganzes Leben lang oder bloss als Larven leben können. Wenige Insekten findet man im Meere: im Schlamm an flachen Meeresküsten kann man z. B. Fliegenlarven antreffen; einige Insekten (Käfer, Wanzen u. a.) leben an den Küsten an Stellen, welche nur während der Ebbe trocken liegen, während der Fluth dagegen vom Wasser bedeckt sind, so dass die Insekten viele Stunden nach einander von der Luft ausgeschlossen sind[1]; wirkliche Meeresthiere sind aber eigentlich nur die Meerwanzen, welche auf offenem Meere ein ähnliches Leben führen wie ihre nahen Verwandten, die Wasserläufer, im Süsswasser[2]. — Verschiedene Insekten (Läuse, Pelzfresser, Flöhe etc.) leben als vollkommene Insekten oder das ganze Leben hindurch als Schmarotzer an verschiedenen Wirbelthieren; andere sind nur als Larven Schmarotzer auf oder in verschiedenen anderen Thieren, während sie als vollkommene Insekten ein freies Leben führen.

Die Insekten bilden die an Arten weitaus zahlreichste Thierclasse. Nach einer Berechnung sollen die Insekten sogar $^4/_5$ aller Arten ausmachen; von den Insekten sind wieder etwa die Hälfte Käfer.

Unvollkommene Metamorphose	Geradflügler	Beissende Mundtheile.
	Schnabelkerfe	Saugende „
Vollkommene Metamorphose	Netzflügler	Beissende „
	Käfer	
	Hautflügler	
	Schmetterlinge	Saugende „
	Zweiflügler	

1. Ordnung. **Geradflügler** (*Orthoptera*).

Die Orthopteren sind Insekten mit unvollkommener Verwandlung und mit beissenden Mundtheilen. Die Unterlippe lässt deutlicher als bei anderen Insekten erkennen, dass sie durch Verschmelzung eines Kieferpaares entstanden ist, dessen einzelne Theile meistens leicht nachweisbar sind. Die Flügel besitzen gewöhnlich ein dichtes Rippennetz, bieten aber sonst grosse Unterschiede dar. Häufig ist eine grosse Anzahl Hinterleibsringe vorhanden; der Hinterleib ist gewöhnlich mit zwei kürzeren oder längeren, gegliederten oder ungegliederten Schwanzraifen ausgestattet. — Die Orthopteren umfassen zahlreiche sehr verschiedene Formen; von den im Folgenden genannten

---

1) Dasselbe ist auch mit einigen Arachniden (Milben, Afterscorpionen) und Scolopendern der Fall.

2) Als Meeresinsekten können noch die auf Seehunden schmarotzenden Läuse aufgeführt werden.

Haupttypen sind bei Nr. 1—6 die Vorderflügel als lederartige Flügeldecken entwickelt, bei den übrigen sind alle vier Flügel gleichartig.

1. Die Feldheuschrecken (Gattung *Acridium* u. a.). Die Hinterbeine sind lange Springbeine mit verdickten Schenkeln. Die Vorderflügel lange, schmale, etwas verdickte Flügeldecken, unter welchen die breiten Hinterflügel fächerartig zusammengefaltet liegen. Vorderbrust gross. Antennen kurz, fadenförmig (höchstens 24 Glieder). Gehörwerkzeuge (vergl. S. 256) am 1. Hinterleibssegment. Das Männchen erzeugt einen Laut, indem es eine mit einer Reihe kleiner Spitzen versehene Leiste an der Innenseite der Hinterschenkel über die Flügeldecken streicht. Kein hervortretender Legestachel beim Weibchen. Auf den Feldern findet man häufig in grosser Anzahl verschiedene kleinere Arten dieser Gruppe. Gewisse Arten (einige gross, andere klein) treten häufig in wärmeren Ländern als „Wanderheuschrecken“ auf, d. h. nachdem sie sich an einigen Localitäten sehr stark vermehrt haben, wandern sie in unglaublich grossen Schaaren aus und vernichten auf ihren Wanderungen den Pflanzenwuchs der Gegenden, durch welche sie kommen. Eine südeuropäische (auch in Asien und Afrika einheimische) Art, *Pachytylus migratorius*, kommt auf ihren Wanderungen auch zuweilen nach Deutschland.

2. Die Laubheuschrecken (Gattung *Locusta* u. a.) sind im Habitus, in Bezug auf die Ausbildung der Flügel und Hinterbeine etc. den vorigen ähnlich, weichen aber von ihnen in wichtigen Charakteren ab. Die Antennen sind borstenförmig, in der Regel sehr lang und bestehen immer aus zahlreichen kurzen Gliedern. Sie besitzen in jeder Vorderschiene zwei Gehörwerkzeuge (dagegen keine auf dem Hinterleib), und das Männchen erzeugt seine Laute dadurch, dass es eine Basalpartie der einen Flügeldecke, welche auf ihrer Unterseite mit einer quergeriefelten Kante versehen ist, über eine entsprechende Partie der anderen Flügeldecke reibt. Das Weibchen besitzt einen langen, säbelförmigen Legestachel. Eine der bekanntesten Arten ist die grosse, hellgrüne *Locusta viridissima*, welche, wie die Laubheuschrecken überhaupt, sowohl pflanzliche als thierische Nahrung frisst. — Mit den Locusten nahe verwandt sind die Grabheuschrecken (*Gryllidae*), welche mit jenen im Besitz vielgliedriger Antennen und in der Lage der Gehörwerkzeuge und des Stimmapparats übereinstimmen, sich aber durch kürzere Hinterbeine und lange, gegliederte Raife (die Raife sind sowohl bei Laub- als bei Feldheuschrecken sehr kurz) unterscheiden, und ferner meistens dadurch, dass der hintere Theil der fächerförmig zusammengelegten Hinterflügel von den Flügeldecken nicht überdeckt wird, sondern als ein Paar spitzer Anhänge über diese hinausragt. Hierher gehört das Heimchen (*Gryllus domesticus*) in Bäckereien und an ähnlichen warmen Stellen, und die Feldgrille (*G. campestris*), welche auf dürren Feldern häufig ist und sich Gänge in der Erde baut, beide mit wohlentwickelten Flügeldecken, das Weibchen mit hervortretender Legescheide. Ferner die Maulwurfsgrille oder Werre (*Gryllotalpa vulgaris*), deren Vorderbeine zu enorm kräftigen Grabbeinen ausgebildet sind, mit sehr grosser Vorderbrust, kurzen Flügeldecken, ohne Legestachel; sie führt ein unterirdisches, grabendes Leben und ernährt sich sowohl von Pflanzen als von Thieren. Alle drei in Deutschland.

3. Die Schaben oder Kakerlaken (*Blatta*) sind abgeplattete Thiere mit langen, borstenförmigen Antennen und kräftigen Laufbeinen mit grossen Hüften; die Vorderflügel sind dünne Flügeldecken, welche

einander theilweise überdecken, der Hinterleib hinten mit zwei gegliederten Raifen, der Kopf vom Vorderrand der Vorderbrust überdeckt. Oft sind beide Flügelpaare, besonders beim Weibchen, abgekürzt oder rudimentär. Die Eier werden in chitinigen Kapseln eingeschlossen abgelegt, welche eine Zeit lang, halb aus der Geschlechtsöffnung hervorragend, von dem Weibchen umhergetragen werden; in jeder Kapsel liegen zahlreiche Eier in zwei Reihen. Ein paar grosse Arten dieser Gruppe, unter welchen besonders die allbekannte Küchenschabe (*B.* [*Periplaneta*] *orientalis*) hervorzuheben ist, sind durch die Schifffahrt aus den Tropen nach Europa gebracht worden, wo sie in Häusern leben; im Freien findet man in Deutschland mehrere kleinere Arten.

4. Die Fangheuschrecken (*Mantis*) sind den Schaben verwandt, weichen jedoch von ihnen in verschiedenen Beziehungen ab. Der Körper ist im Ganzen gestreckter, namentlich die Vorderbrust sehr lang. Die Vorderbeine sind Fangbeine mit grosser Hüfte, kräftigem Schenkel mit zwei Dornenreihen und einer ebenfalls mit zwei Stachelreihen ausgestatteten Schiene, welche gegen den Schenkel eingeschlagen werden kann; mit den Fangbeinen ergreift das Thier seine aus anderen Insekten bestehende Beute. Flügel wohlentwickelt, sonst ähnlich wie bei den Schaben; gegliederte Raife vorhanden. Die Eier werden gruppenweise auf Pflanzen angebracht, von einer ähnlichen, aus einem erhärteten Drüsensecret gebildeten Hülle umgeben wie bei den Schaben. Eine grosse grüne Art dieser Gattung, *M. religiosa*, lebt in Südeuropa.

5. Die Ohrwürmer (*Forficula*) sind etwas abgeplattete Thiere, welche besonders durch die Beschaffenheit der Flügel charakterisirt sind. Die Flügeldecken sind ganz kurze Platten, welche die dünnen Hinterflügel nicht völlig bedecken, obgleich letztere stark zusammengefaltet sind. Der grössere Theil des Hinterleibs ist von den Flügeln unbedeckt; er ist stark chitinisirt, sehr beweglich, besitzt hinten ein Paar ungegliederte, etwas gebogene Raife, welche zusammen eine Zange bilden. Die Ohrwürmer halten sich in der Regel während des Tages versteckt, leben hauptsächlich von pflanzlicher Nahrung. Das Weibchen sitzt in brütender Stellung über den Eiern. Mehrere Arten in Deutschland.

6. Die Gespenstheuschrecken (*Phasmidae*) bilden eine kleine Orthopteren-Abtheilung, welche eine Anzahl Arten von abenteuerlicher Gestalt umschliesst; sie ist nur in wärmeren Ländern zu Hause. Dazu gehört die flügellose Gattung *Bacillus*, deren langgestreckter Körper mit den ebenfalls gestreckten Beinen einem dürren Ast mit seinen kleineren Zweigen ähnlich sieht; einige Arten in Südeuropa. Ferner das ostindische *Phyllium siccifolium*, „das wandelnde Blatt“, dessen breiter Hinterleib und Flügeldecken blattähnlich sind.

7. Die Termiten (Gattung *Termes* u. a.) besitzen vier gleichgebildete, grosse, dünne Flügel, welche nicht zusammengefaltet werden können. Die Antennen kurz, perlschnurförmig, die Beine gleichartig. Die Termiten sind namentlich dadurch merkwürdig, dass sie in grossen Gesellschaften leben, welche neben fortpflanzungsfähigen Männchen und Weibchen eine grosse Anzahl Individuen umfassen, deren Geschlechtswerkzeuge (bei einigen Exemplaren männliche, bei anderen weibliche) auf einer unentwickelten Stufe stehen bleiben und welche flügellos und blind sind. Von diesen flügellosen Individuen sind gewöhnlich einige mit grösserem Kopf und kräftigeren Vorderkiefern versehen und werden „Soldaten“ genannt, während die übrigen als Arbeiter bezeichnet werden;

das Nest wird von den Arbeitern entweder in Baumstümpfen und dergl. angelegt, in denen sie Gänge und Kammern ausnagen und mit einer Kothschicht ausfüttern, oder in anderen Fällen aus Excrementen und Erde gebaut; manchmal bauen sie sich ausgedehnte Röhren in der Erde. Die Soldaten vertheidigen das Nest gegen Angriffe. Vor der Begattung verlassen Männchen und Weibchen das Nest, fliegen eine kurze Zeit umher, verlieren die Flügel und gehen zum grössten Theil zu Grunde; nur einzelne retten sich in ein Nest hinein, worauf die Paarung stattfindet, nach welcher der Hinterleib des Weibchens anschwillt, bei manchen Termiten in ungeheurem Grade. Ausser den geflügelten Männchen und Weibchen giebt es, wie es scheint, auch andere, welche in Bezug auf die

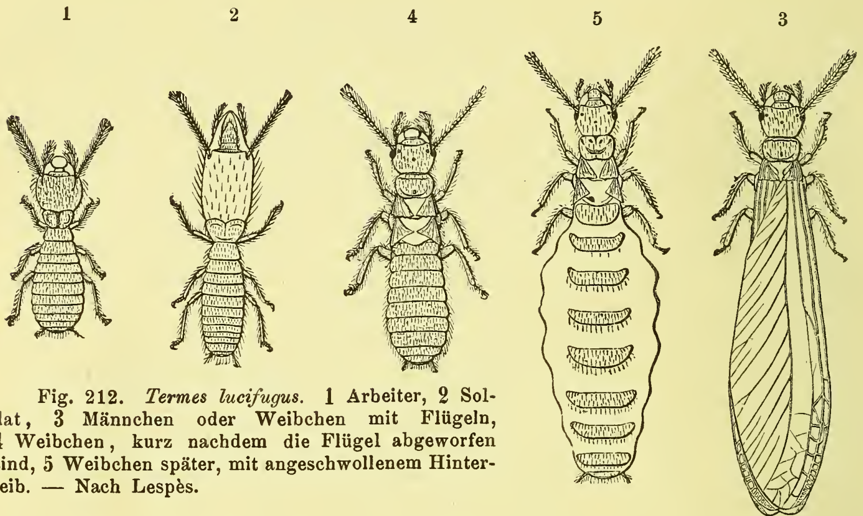


Fig. 212. *Termes lucifugus.* 1 Arbeiter, 2 Soldat, 3 Männchen oder Weibchen mit Flügeln, 4 Weibchen, kurz nachdem die Flügel abgeworfen sind, 5 Weibchen später, mit angeschwollenem Hinterleib. — Nach Lespès.

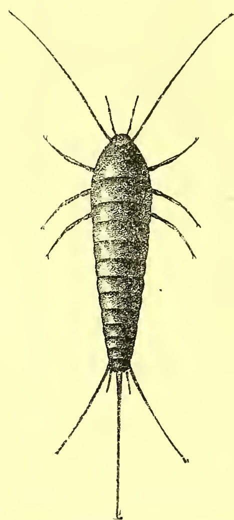
Ausbildung der Flügel auf der älteren Larvenstufe stehen bleiben, wo die Flügel nur als kurze Stummel angelegt sind; sie verlassen das Nest nicht und treten in Function, wenn keine ausgeflogenen Männchen oder Weibchen in das Nest gelangen. (Einige Termiten weichen in gewissen Beziehungen von der gegebenen Darstellung ab; in manchen Punkten ist die Lebensweise übrigens noch keineswegs vollständig aufgeklärt.) Die Termiten, auch „weisse Ameisen" genannt, leben besonders in den Tropen, schon in Südeuropa kommen aber ein paar Arten vor (eine derselben ist in Fig. 212 abgebildet); sie verursachen oft einen bedeutenden Schaden, indem sie ihre Nester in Holzwerk anlegen, ferner durch das Auffressen von Kleidern, Geräthen etc.

8. Die Libellen oder Wasserjungfern (*Libellulidae*) besitzen vier grosse, gleichartig entwickelte und ungefähr gleich grosse Flügel, welche mit einem dichten Rippennetz ausgestattet sind. Der Kopf ist sehr beweglich, mit grossen zusammengesetzten Augen (und drei Nebenaugen), kurzen Antennen, kräftigen Vorderkiefern, ohne Mittelkiefer- und Lippentaster, mit sehr breiter Unterlippe. Die Beine schwach. Hinterleib meistens gestreckt, mit zwei ungegliederten Raifen. Ausgezeichnete Flieger, welche ihre Beute (z. B. Schmetterlinge) im Fluge ergreifen [1]).

1) Sehr eigenthümlich ist die Begattung bei den Libellen. Das 2. Hinterleibssegment ist beim Männchen angeschwollen und mit einem Begattungsapparat aus-

— Die Larven leben im Süsswasser und zeichnen sich dadurch aus, dass die Unterlippe zu einem langschaftigen, vorstreckbaren Greifwerkzeug ausgebildet ist, ferner dadurch, dass die Athemlöcher alle geschlossen sind; sie athmen vermittels Tracheenkiemen, welche bei einigen blattförmig und am Hinterleibsende angebracht sind, während sie bei anderen durch zahlreiche im Enddarm entwickelte Falten vertreten sind; in letzterem Falle saugt der Enddarm rhythmisch das Wasser ein und stösst es wieder aus; durch Ausspritzung des Wassers aus dem Enddarm bewegen die Larven der letzteren Art sich auch im Wasser fort. — Hierher gehört die Gattung *Libellula*, bei welcher die Basalpartie der Hinterflügel breiter als die Spitze ist und die grossen Augen in der Mittellinie des Kopfes zusammenstossen, als Larven mit Darmkiemen; ferner die feinen, schlanken *Agrion*-Arten (Schlankjungfern), bei welchen die Basalpartie der Hinterflügel schmäler ist als das Ende, deren Augen weit getrennt sind und welche als Larven drei äussere Kiemenblätter besitzen.

9. Die Eintagsfliegen (Gattung *Ephemera* u. a.) sind gewöhnlich kleinere Insekten mit vier dünnen Flügeln, von welchen die Hinterflügel weit kleiner sind als die Vorderflügel. Die Mundtheile der Imago sind rudimentär; Hinterleib hinten mit drei langen gegliederten Fäden. — Die Larve lebt im Wasser und besitzt ebenso wie die Libellen ein geschlossenes Tracheensystem und ist mit blattförmigen oder verästelten Tracheenkiemen ausgestattet, welche in einer Reihe längs jeder Seite des Hinterleibs angebracht sind; sie besitzt dieselben drei fadenförmigen Anhänge wie die Imago. Die Larven sind gefrässige Raubthiere mit wohlentwickelten Mundtheilen; einige graben sich Gänge in die Ufer. — Die Eintagsfliegen durchlaufen ein *Subimago*-Stadium (vergl. S. 266); als Imagines nehmen sie keine Nahrung zu sich, und manche Arten leben als solche nur wenige Nachtstunden (die Metamorphose findet Abends statt), andere wenige Tage, während das Larvenleben, wenigstens bei einigen, ein paar Jahre dauert. — Mehrere Arten in Deutschland gemein.


Fig. 213. Zuckergast (*Lepisma*).

10. Die Bücherläuse (*Troctes*) sind kleine flügellose Orthopteren, welche häufig zwischen altem Papier, in Insektensammlungen und dergl. vorkommen; sie bilden zusammen mit einigen geflügelten Verwandten (*Psocus*), welche im Walde leben, eine besondere kleine Familie innerhalb der Ordnung.

11. Zu den Orthopteren gehören auch die Pelzfresser (*Mallophaga*), kleine, abgeplattete, lausähnliche Thiere mit ziemlich festem Chitinskelet; der Kopf ist breiter als die Vorderbrust und trägt die gewöhnlichen beissenden Mundtheile, von denen namentlich die Vorderkiefer wohlentwickelt sind. Die Antennen sind 3—5-gliedrig; jederseits

gestattet, welcher vor der Begattung mit Samen gefüllt wird, indem die Spitze des Hinterleibs, auf welcher der Samengang mündet, nach demselben hin gebogen wird. Das Männchen greift dann vermittels der Schwanzraife das Weibchen um den Hals herum, und letzteres krümmt darauf seinen Körper derartig zusammen, dass das Hinterleibsende den Begattungsapparat des Männchens erreicht, so dass die Begattung vollzogen werden kann.

am Kopfe ein Punktauge, welches aber auch fehlen kann. Die Füsse 1—2-gliedrig mit einer oder zwei Krallen; am unteren Ende der Schiene ein Fortsatz, gegen welchen die Kralle zurückgeschlagen werden kann, so dass die Beine geeignet sind, Haare und Federäste zu umgreifen. Die zahlreichen Arten dieser Abtheilung leben ausschliesslich an Säugethieren und Vögeln, deren Oberhaut, Haare und Federn sie benagen. An Säugethieren trifft man besonders Arten der Gattung *Trichodectes*, unsere gewöhnlichen Hausthiere besitzen je eine (*T. canis* beim Hunde); an den Vögeln zahlreiche Arten anderer Gattungen (vom Haushuhn kennt man z. B. nicht weniger als 6 verschiedene Arten).

Anhang zu den Orthopteren.

An die Orthopteren schliessen sich die **Thysanuren** (*Thysanura*), flügellose Formen, welche meistens Rudimente von Hinterleibsbeinen besitzen, und welche keine Verwandlung durchlaufen; die Mundtheile sind denen der Orthopteren ähnlich. Die Thysanuren dürften die primitivsten von allen jetzt lebenden Insekten sein; ihre Flügellosigkeit ist wahrscheinlich eine ursprüngliche, während die bei anderen Insekten vorkommende eine (durch Parasitismus etc.) erworbene ist. Von den hierher gehörenden wenigen Formen führen wir folgende an: *Machilis*, mit zusammengesetzten Seitenaugen, 3 Punktaugen (Stirnauge) und 8 Paar (rudimentären) Hinterleibsbeinen; den Zuckergast (*Lepisma saccharina*, Fig. 213), welcher statt der zusammengesetzten Augen eine Gruppe von Punktaugen jederseits besitzt und nur mit 2 Paar Hinterleibsbeinen ausgestattet ist; das letztere mit silberglänzenden Schuppen (abgeplatteten Haaren) bedeckte, sehr lebhafte Thierchen kommt in Häusern häufig vor.

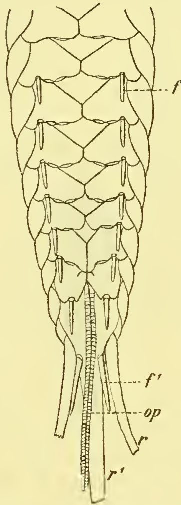


Fig. 214. Hinterleib von *Machilis*, von unten gesehen. *f* vorderstes, *f*[1] hinterstes Hinterleibsbein, *op* Legeröhre, *r*, *r*[1] Raife (abgeschnitten). — Nach Oudemans.

Mit den Thysanuren verwandt sind die ebenfalls flügellosen Springschwänze (*Collembola*: Gattung *Podura* u. a.), welche sich dadurch auszeichnen, dass von der Spitze des Hinterleibs ein unter den Bauch geschlagener gespaltener Fortsatz entspringt, vermittels dessen Sprungbewegungen ausgeführt werden (Springgabel); es sind kleine Insekten, welche man unter abgefallenem Laube und an ähnlichen Stellen häufig findet.

2. Ordnung. **Schnabelkerfe** (*Rhynchota* oder *Hemiptera*).

Die Schnabelkerfe — Wanzen und Zirpen — durchlaufen ebenso wie die Insekten der vorigen Ordnung eine unvollkommene Metamorphose. Die Mundtheile sind zu einem Saugwerkzeug, dem Rüssel, umgebildet, dessen Bau schon früher (S. 252) geschildert wurde. Der Rüssel ragt bei einigen frei hervor, bei anderen ist er nach hinten, unter den Körper geschlagen.

1. Unterordnung. **Zirpen** oder **Cicaden** (*Homoptera*).

Vorder- und Hinterflügel sind in der Regel gleichartig, beide häutig [1]), die Vorderflügel grösser als die Hinterflügel. Der Kopf ist gross. Der Rüssel entspringt hinten von der Unterseite des Kopfes, dicht an der Brust. — Alle saugen Pflanzensäfte.

1. Die Singzirpen (*Cicada*) sind grosse, ziemlich plumpe Cicaden, deren Männchen vermittels der an der Hinterbrust gelegenen, mit Stimmbändern ausgestatteten Stigmen einen eigenthümlichen „Gesang" hervorbringen; der Ton wird durch einen complicirten Resonanzapparat verstärkt. Vermittels eines Legestachels legen die Weibchen ihre Eier in Aeste ab; die Larven, deren Vorderbeine zum Graben eingerichtet sind, gehen aber in die Erde hinab, wo sie sich von Wurzelsäften saugend ernähren; erst wenn die Metamorphose unmittelbar bevorsteht, verlässt die Larve die Erde, geht auf die Bäume und häutet sich hier zum letzten Mal; die Imago saugt die jungen Triebe aus. Die Abtheilung gehört vorzüglich den wärmeren Ländern an; in Süddeutschland kommen jedoch noch mehrere Arten vor. In Nordamerika lebt die 17-jährige Cicade (*Cicada septendecim*), deren Entwicklung 17 Jahre dauert (eine Varietät derselben Art hat eine Entwicklungszeit von 13 Jahren).

2. Die Schaumzirpe (*Aphrophora spumaria*) ist eine kleine Cicade, welche besonders dadurch ausgezeichnet ist, dass die dünnhäutige, weiche Larve, welche man auf verschiedenen Pflanzen saugend antrifft, sich mit einer speichelartigen, schaumigen Absonderung umgiebt („Kukuksspeichel"). Das Thier gehört zur Familie der Kleinzirpen (*Cicadellidae*), von welchen ausserdem noch zahlreiche Arten in Deutschland vorkommen; die betreffenden Thiere sind meistens im Stande, weite Sprünge zu machen.

3. Die Blattläuse (*Aphidae*) sind eine grosse Cicadenfamilie, deren Mitglieder sich durch ihren plumpen, in der Regel dünnhäutigen Körper, schwache Beine, spärliches Rippennetz der Flügel und geringe Grösse auszeichnen; häufig fehlen die Flügel, besonders bei den Weibchen; es sind träge Thierchen, welche schaarenweise zusammenleben. Manche derselben besitzen Wachsdrüsen, welche feine Wachsfäden absondern, die wollartig den Körper umgeben; ferner ist bei einem grossen Theil der Blattläuse ein Paar Drüsen vorhanden, welche hinten auf dem Hinterleibsrücken mit zwei Oeffnungen ausmünden, die entweder jede auf einer Warze oder an der Spitze einer längeren, vorstehenden Röhre sich befinden; diese Drüsen sondern einen fettartigen Stoff ab [2]). Allgemein findet eine Heterogonie statt: es erscheinen nach einander mehrere jungfräuliche Generationen und zuletzt eine Männchen-Weibchen-Generation.

a) *Aphis*, die Blattläuse in engerem Sinn, sind grüne oder schwarze, weiche, wenig bewegliche Thierchen, welche in grossen Schaaren und ungemein häufig an den Blättern von allerlei Kraut- und Holzpflanzen leben; sie haben ziemlich lange Antennen und zwei lange Drüsenröhren am Hinterleib. Im Laufe des Sommers findet man mehrere

---

1) Nicht selten sind die Vorderflügel in ihrer ganzen Ausdehnung lederartig.

2) Der „Honigthau", eine süsse klebrige Flüssigkeit, mit welcher die Blattläuse häufig die von ihnen bewohnten Pflanzen bedecken, sind die Exkremente dieser Thiere.

auf einander folgende Generationen von Weibchen, denen eine Samentasche abgeht und welche sich ohne Befruchtung fortpflanzen; die Eier entwickeln sich im Eileiter, so dass die Thiere also lebendiggebärend sind; einige dieser Weibchen sind geflügelt, die meisten aber flügellos. Im Herbst wird schliesslich eine Generation von in der Regel ungeflügelten Weib-

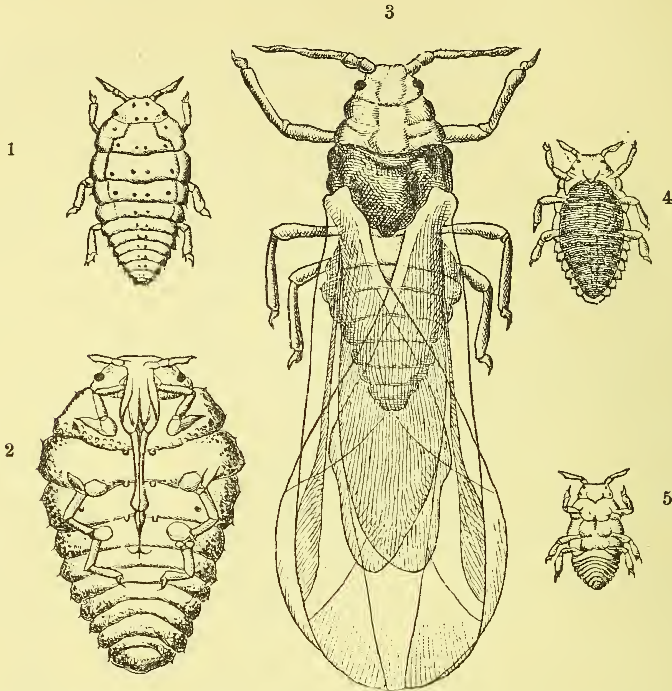


Fig. 215. *Phylloxera vastatrix.* 1 junges Weibchen einer der ungeflügelten parthenogenetischen Generationen; 2 älteres do., von der Unterseite. 3 ausgebildetes Weibchen der geflügelten Generation. 4 Weibchen der Generation, welche aus beiden Geschlechtern besteht (das Ei schimmert durch die Haut hindurch); 5 Männchen. Alle Figuren in gleicher Vergr. — Nach Cornu.

chen und meistens geflügelten Männchen erzeugt, welche sich begatten, Eier ablegen und sterben. Diesen Eiern entstammt die im nächsten Frühling erscheinende erste weibliche Generation.

b) Die Reblaus (*Phylloxera vastatrix*), berühmt wegen der furchtbaren Verheerungen, welche sie namentlich in den französischen Weinbergen angerichtet hat, ist in Nordamerika zu Hause, wo sie übrigens keinen bedeutenderen Schaden verursacht hat, und wurde vor wenigen Decennien zufällig mit amerikanischen Reben nach Europa eingeführt. Drüsenröhren gehen der Phylloxera ab, und sie hat kürzere Beine und Fühler als Aphis. Im Frühling trifft man flügellose Weibchen, welche an den Wurzeln des Weinstocks saugen und an diesen knotenförmige Anschwellungen erzeugen. Sie legen je ca. 30—40 unbefruchtete Eier, aus welchen eine Generation kommt, die den Müttern ähnlich ist. Auf diese Weise werden 5—8 ähnliche Generationen den Sommer hindurch erzeugt. Zuletzt entwickelt sich aus den Eiern der flügellosen Weibchen eine Generation, welche aus geflügelten Weibchen besteht; diese verlassen

vor der Metamorphose (also nur erst mit Flügel-Anlagen ausgestattet) die Wurzel und begeben sich auf die oberirdischen Theile des Weinstocks, an welchen sie nachher je ca. 4, ebenfalls unbefruchtete, Eier ablegen. Diese Eier sind von zweierlei Grösse. Aus den grösseren kommen Weibchen, aus den kleineren Männchen; beide Geschlechter sind von geringer Grösse, flügellos, die Mundtheile sind rudimentär, und der Darmkanal fehlt, so dass sie keine Nahrung aufnehmen können; nach der Befruchtung legen die Weibchen je ein einziges Ei ab, welches vor der Ablage den grössten Theil ihres kleinen Körpers ausfüllt. Diese Eier überwintern und werden im nächsten Frühling zu der ersten jungfräulichen Generation. (Ausser den befruchteten Eiern überwintert auch eine Anzahl flügelloser parthenogenetischer Weibchen im Larvenstadium, indem sie an den Wurzeln festgesogen sitzen[1].)

c) Verschiedene Aphiden erzeugen auf Bäumen und Sträuchern charakteristische Gallen. *Chermes abietis* erzeugt z. B. durch Saugen an den jungen Fichtentrieben die bekannte tannenzapfenähnliche Galle, indem die Nadeln kurz und breit werden; an Pappelblattstielen erzeugt *Pemphigus spirothecae* eine korkzieherartig gewundene Galle; Kräuselungen der Blätter oder Beutelgallen werden von verschiedenen Blattläusen an Ulmenblättern hervorgebracht etc.

4. Die Schildläuse (*Coccidae*) sind mit den Blattläusen verwandt, weichen jedoch in verschiedenen Beziehungen von denselben ab. Die beiden Geschlechter sind in der Regel sehr verschieden. Die Weibchen sind plumpe, flügellose, kurzbeinige Thiere, welche in der Regel nur als Junge einigermaassen beweglich sind, während sie später ganz unbeweglich werden und an einer Stelle festgesogen sitzen bleiben, wo sie auch ihre Eier ablegen; nach der Eiablage ist der Körper des Weibchens meistens zu einem flachen, gewölbten, die Eier überdeckenden Schild zusammengeschrumpft, welches bald nachher abstirbt, trotzdem aber über den Eiern sitzen bleibt; häufig ist das Weibchen an seiner Oberseite von einer zusammenhängenden Wachsplatte, einer Absonderung der Hautdrüsen, bedeckt; zuweilen sind die Eier von feinen Wachsfäden umgeben. Die Männchen sind dagegen mit wohlentwickelten Vorderflügeln (mit wenigen Rippen) ausgestattet, während die Hinterflügel rudimentär, schwingkolbenartig sind oder fehlen; die Mundtheile sind rudimentär. Als Larven sind sie den jungen Weibchen ähnlich. Sehr merkwürdig ist es, dass die Männchen (nicht die Weibchen) ein ruhendes Puppenstadium besitzen, also eine vollkommene Metamorphose durchlaufen, im Gegensatz zu allen übrigen Mitgliedern der Ordnung. Für mehrere Arten ist es constatirt worden, dass die Weibchen sich parthenogenetisch fortpflanzen können. — Von der gegebenen Darstellung der allgemeinen Verhältnisse der Schildläuse weichen jedoch mehrere Formen in gewissen Beziehungen ab: bei einigen ist das Weibchen sein ganzes Leben hindurch beweglich und bleibt nicht über den Eiern sitzen; unter diesen Formen giebt es wieder einzelne, bei welchen beide Geschlechter mit vier Flügeln ausgestattet sind und welche somit einen Uebergang zu den Blattläusen bilden. — Als Beispiele führen wir an: *Aspidiotus nerii*, dessen schildförmige Weibchen auf dem Oleander häufig vorkommen; ähnliche Formen finden sich auch recht häufig an wild-

1) Dem Angeführten kann noch hinzugefügt werden, dass flügellose parthenogenetische Weibchen ausnahmsweise auch auf den Weinblättern angetroffen werden können, wo sie eine Gallenbildung verursachen.

wachsenden Bäumen. *Coccus cacti*, Cochenillelaus, lebt auf gewissen mexikanischen Cactus-Arten; die Männchen sind zweiflüglig mit langen Raifen; die Weibchen sind flügellose, plumpe Thiere, welche aber die Eier nicht mit ihrem Körper überdecken; sie sind von ähnlichen Wachsfäden wie viele Blattläuse umgeben (die Cochenille des Handels besteht aus den eingetrockneten Weibchen). Zu dieser Familie gehören auch die Lack-Schildlaus (*Coccus lacca*), welche in Ostindien auf gewissen Ficus-Arten lebt und das Ausfliessen einer Harzmasse, des Schellacks, aus den betreffenden Bäumen verursacht, und die Kermes-Schildlaus (*Lecanium ilicis*), welche in Südeuropa auf einer Eichenart lebt und deren kugelrunde Weibchen einen Farbstoff liefern.

2. Unterordnung. **Wanzen** (*Heteroptera*).

Vorder- und Hinterflügel sind verschieden: letztere sind dünn, häutig, zum Fluge eingerichtet, jene sind als Flügeldecken ausgebildet, welche jedoch nicht in ihrer ganzen Länge, sondern nur in der basalen Hälfte (oder mehr) lederartig verdickt sind; die dünnen Spitzentheile der Flügeldecken liegen im Ruhezustande über einander. (Uebrigens ist der Gegensatz der beiden Abschnitte des Vorderflügels häufig fast ganz verwischt.) Die Flügeldecken bedecken den grössten Theil der Mittelbrust, die Hinterbrust und den Hinterleib, ein dreieckiger, mittlerer Theil der Mittelbrust (das Schildchen, *Scutellum*) bleibt aber unbedeckt. Der Rüssel entspringt vorn an dem gewöhnlich kleinen Kopf; die Vorderbrust ist gross und selbständig beweglich, der ganze Körper meistens abgeplattet. Bei den Landwanzen öffnet sich auf der Unterseite der Hinterbrust ein Paar Stinkdrüsen, deren Secret häufig einen ungemein widrigen Geruch besitzt. — Die Wanzen saugen Säfte von Pflanzen oder Thieren (Insekten, Wirbelthieren).

1. Landwanzen (*Geocores*) ist die gemeinsame Bezeichnung für eine grosse Anzahl Wanzen (sie bilden mehrere Familien), welche sich durch den Besitz wohlentwickelter Antennen und eines langen Rüssels auszeichnen. Die meisten leben auf dem Lande; einige sind Pflanzensauger, andere Raubthiere, welche Insekten aussaugen, einzelne leben als Schmarotzer an Wirbelthieren; manche sind durch prächtige Farben ausgezeichnet. Zahlreich sowohl in den Ländern der gemässigten Zone als besonders in den Tropen. — Die Bettwanze (*Cimex* [*Acanthia*] *lectularius*) ist eine äusserst abgeplattete, bräunliche, flügellose (nur mit Rudimenten von Vorderflügeln ausgestattete) Landwanze, welche als temporärer Schmarotzer auf dem Menschen lebt. Sie soll ursprünglich aus Ostindien stammen. — Zu den Landwanzen gehören auch die Wasserläufer (*Hydrometra*), schlanke, gestreckte Thiere, welche auf ihren langen Mittel- und Hinterbeinen lebhaft an der Oberfläche von süssen Gewässern umherlaufen; die Vorderbeine sind bedeutend kürzer als die übrigen, aber ziemlich kräftig und werden zum Einfangen von Insekten benutzt, von welchen die Thiere sich ernähren; der Hinterleib ist ziemlich klein, kaum länger als die Brust. Nahe Verwandte der Wasserläufer sind die Meerwanzen (*Halobates*), welche auf dem offenen Meere umherlaufen; sie zeichnen sich besonders durch die ausserordentlich geringe Grösse des Hinterleibs aus.

2. Die Wasserwanzen (*Hydrocores*) haben kurze Antennen und einen kurzen Rüssel; sie leben im Wasser, welches sie jedoch verlassen können, um in der Luft umherzufliegen. Sie ernähren sich alle vom Raub.

Hierher gehören von in Deutschland lebenden Formen u. a. die Scorpionwanzen (*Nepa*), abgeplattete, dunkelgefärbte Thiere, welche sehr allgemein im Süsswasser auf dem Grunde kriechend vorkommen; die Vorderbeine sind Greifwerkzeuge, die Schiene kann in eine Rinne des Schenkels eingeschlagen werden; am Hinterende zwei fadenähnliche, rinnenartig ausgehöhlte Fortsätze, welche zusammen eine Röhre (die Athemröhre) bilden, an deren Grunde ein Paar Stigmen liegt. Ferner die Rückenschwimmer (*Notonecta*) mit langen, nach aussen gerichteten, an der Schiene und dem Fuss mit steifen Haaren ausgestatteten Hinterbeinen, welche als Schwimmwerkzeuge fungiren.

3. Die Läuse (*Pediculidae*) sind eine kleine Gruppe schmarotzender Insekten, welche wahrscheinlich als eigenthümlich modificirte Wanzen aufzufassen sind. Der Kopf ist schmal mit kurzen Antennen und einem Punktauge auf jeder Seite; der Saugapparat, welcher durch eine Oeffnung an der Spitze des Kopfes ganz in diesen zurückgezogen werden kann, besteht zunächst aus einer dickeren, kürzeren, am Ende mit einigen Haken versehenen Röhre, durch welche eine zweite, dünnere Röhre, die eigentliche Saugröhre, herausgestreckt werden kann; die feinere Zusammensetzung der letzteren ist nicht sicher bekannt. Die Beine, welche kurz und kräftig sind, enden jedes mit einer Art Greifzange: der eingliedrige Fuss trägt eine sehr kräftige Kralle, welche gegen einen vom unteren Ende der Schiene entspringenden Fortsatz greift. Flügel fehlen vollständig. Hinterleib gross, breit und zähe. Die grossen Eier („Nisse“)

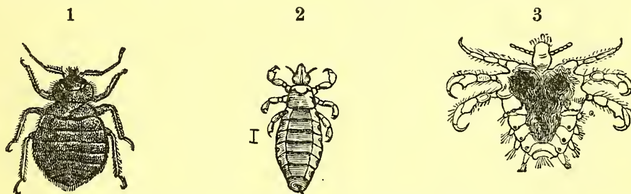


Fig. 216. 1 Bettwanze, 2 Kopflaus, 3 Filzlaus, alle vergr. — Nach Taschenberg.

werden an den Haaren des Wirths festgeklebt; die Jungen durchlaufen keine Metamorphose. Die Läuse leben nur bei den Säugethieren, an deren Haut sie als stationäre Schmarotzer wohnen und deren Blut sie saugen; vermittels der Beine umklammern sie die Haare. Auf dem Menschen kommen folgende drei Arten vor: die Kopflaus (*Pediculus capitis*) und die Kleiderlaus (*P. vestimenti*), welche einander sehr ähnlich sind, und von denen erstere ausschliesslich im Kopfhaar, die andere auf den unbehaarten (richtiger: schwachbehaarten) Theilen des Körpers lebt, ferner die Filzlaus (*Phthirius pubis*) an den behaarten Theilen des Körpers mit Ausnahme des Kopfhaares (in den Scham- und Barthaaren etc.); letztere zeichnet sich durch die ausserordentliche Breite der Brust und des Hinterleibs aus. Andere Arten bei den Haussäugethieren etc.

3. Ordnung. **Netzflügler** (*Neuroptera*).

Die Netzflügler sind Insekten mit vollkommener Metamorphose, vier gleichartigen, dünnen Flügeln und beissenden Mundtheilen. Die Antennen sind in der Regel viel-

gliedrig; bei einigen sind die Mundtheile wohlentwickelt, bei anderen rudimentär. Die Vorderbrust ist frei beweglich, die Flügel besitzen bei einigen ein ähnliches dichtes Rippennetz wie bei den Libellen, bei anderen sind die Rippen spärlicher. Die Larven sind mit Beinen versehen, übrigens aber äusserst verschieden. Die Puppen sind dadurch ausgezeichnet, dass sie vor der Umwandlung zur Imago im Stande sind, sich fortzubewegen und eine Stelle aufzusuchen, wo sie sich bequem verwandeln können; ist die Puppe in einen Cocon eingeschlossen, so beisst sie zuerst ein Loch in diesen und wandert dann fort. — Als Beispiele führen wir die folgenden Formen an.

1. Die Ameisenlöwen (*Myrmeleon*). Vorder- und Hinterflügel gross, gleichartig, fast von gleicher Grösse, mit einem feinen, dichten Rippennetz, Die Antennen ziemlich kurz und dick, etwas keulenförmig; die Mundtheile wohlentwickelt. Im Habitus den Libellen sehr ähnlich. — Die Larven,

Fig. 217.

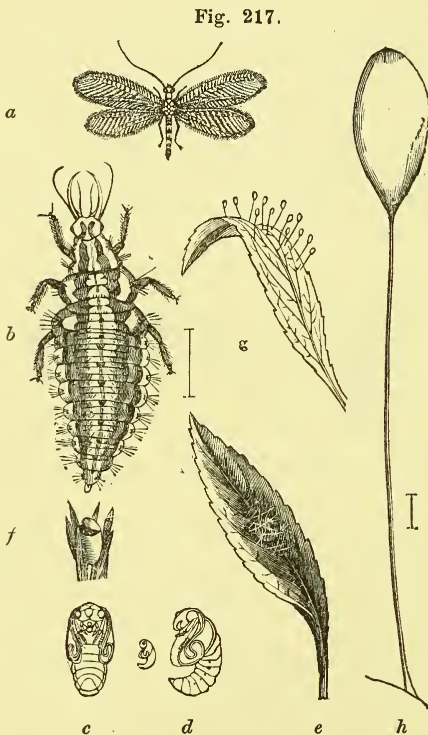


Fig. 218.



Fig. 219.

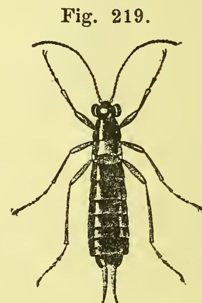


Fig. 217. *Chrysopa.* *a* Imago, *b* Larve, *c—d* Puppe, *e—f* Puppenhülle (*f* geöffnet), *g* Eier, *h* Ei, vergr. — Nach Taschenberg.

Fig. 218. *Panorpa communis*, ♂.

Fig. 219. *Boreus hiemalis*, $\frac{4}{1}$.

denen der Name „Ameisenlöwen“ eigentlich zukommt, haben kolossale, schlanke Vorderkiefer, welche an der Unterseite rinnenförmig ausgehöhlt sind; auf diese Rinne passen die langgestreckten Mittelkiefer, so dass je ein Vorder- und Mittelkiefer zusammen einen von einem Kanal durchbohrten Haken bilden; der Kanal führt in den Mund hinein, welcher sonst geschlossen ist. Die Larve sitzt in einer trichterförmigen Vertiefung im

Sande und fängt vorüberkriechende kleine Insekten, welche entweder zufällig in den Trichter hinabfallen oder dadurch zum Hereinstürzen gebracht werden, dass der Ameisenlöwe mit seinem Kopf einen Sandstrahl auf sie schleudert. Die Beute wird mittels der genannten Haken ausgesogen. Mehrere Arten in Deutschland. — Mit den Ameisenlöwen nahe verwandt sind die Perlenaugen (*Chrysopa*), kleine, zarte, grünliche Insekten mit grossen Flügeln, welche in der Hauptsache den Ameisenlöwen ähnlich sind, aber sich u. A. durch die längeren, borstenförmigen Antennen unterscheiden. Die grünlichen Larven, „Blattlauslöwen", sind auch den Larven jener ähnlich; sie bewegen sich aber frei auf den Bäumen umher und fressen Blattläuse. Die Eier sitzen auf je einem langen Stiel an Blättern. Einige Arten sind in Deutschland sehr häufig.

2. Die Scorpionfliegen (*Panorpa*) zeichnen sich durch die schnabelartige Verlängerung des Kopfes aus, das Männchen ausserdem besonders durch das Vorhandensein einer Greifzange am Ende des Hinterleibs, welche ähnlich wie der Gifthaken der Scorpione nach oben gebogen getragen wird. Flügel schmal, gleichartig, Körper und Beine schlank. Lebhafte Räuber (Länge etwa 10 mm). Larve (mit Afterfüssen) lebt in der Erde von verwesenden Stoffen. ***P. communis*** im Sommer überall häufig. — Mit jenen verwandt ist der springende, flügellose (mit Flügelrudimenten ausgestattete) Gletschergast (*Boreus hiemalis*), ungef. 4 mm lang, welcher von October bis März als Imago vorkommt und zuweilen sogar an Gletschern angetroffen wird. Larve derjenigen der Scorpionfliegen ähnlich. In Deutschland, selten.

3. Die Köcherfliegen (Gatt. *Phryganea* u. a.). Die Flügel sind behaart oder beschuppt, die Hinterflügel, welche breiter sind als die Vorderflügel, werden unter letzteren fächerförmig zusammengefaltet; das Rippennetz ist weniger als bei den Ameisenlöwen entwickelt. Die Antennen sind lang, die Mundtheile rudimentär, unbrauchbar. — Die Larven leben im Wasser; es sind Thiere mit einem langen, cylindrischen, an den Seiten mit fadenförmigen Tracheenkiemen ausgestatteten Hinterleib, den sie in einer aus Pflanzentheilen, Schneckengehäusen oder Steinchen gebildeten, zuweilen sehr regelmässig gebauten Röhre bergen; die Theilchen der Röhre werden durch ein Gespinnst zusammengehalten. Wenn sie umherwandern, stecken sie Kopf, Beine und Brust aus der Röhre hervor; sie sind an der Röhre mittels zweier hakenförmiger Schwanzraife und manchmal durch plumpe Auswüchse am 1. Hinterleibssegment festgeheftet. (Bei einigen ist die Röhre an fremden Gegenständen, grösseren Steinen u. dergl. befestigt.) Vor der Verpuppung schliesst die Larve die Röhre mit einem Netz von Fäden, nachdem sie dieselbe zuerst an einem Gegenstand im Wasser angeheftet hat; die Puppe besitzt ebenso wie die Larve Tracheenkiemen.

Zu den Netzflüglern wird von Einigen die kleine Gruppe der **Strepsiptera** gerechnet, deren systematische Stellung übrigens zweifelhaft ist. Als Larven leben die Thiere (Gatt. *Xenos, Stylops,* etc.) in der Larve und später in der Imago von Bienen und Wespen, indem der Wirth sich trotz des Vorhandenseins des Schmarotzers metamorphosirt. Vor ihrer Verpuppung schiebt die Strepsipterenlarve sich zwischen zwei Hinterleibsringen des Wirths halbwegs hinaus, und hier findet man dann die Puppe mit einem Ende hervorstehend. Die Geschlechter sind äusserst verschieden; das Männchen ist mit wohlentwickelten Augen und Beinen (ohne Krallen) und grossen Hinterflügeln ausgestattet, welche der Länge nach gefaltet werden können, während die Vorderflügel ganz rudimentär sind; das Weib-

chen ist madenförmig, ohne Gliedmaassen, Flügel und Augen, es verlässt den Körper des Wirths nicht, sondern streckt nur einen Theil des Körpers hervor und wird hier vom Männchen aufgesucht und befruchtet. Die Larven entwickeln sich schon im mütterlichen Körper und werden als sechsbeinige

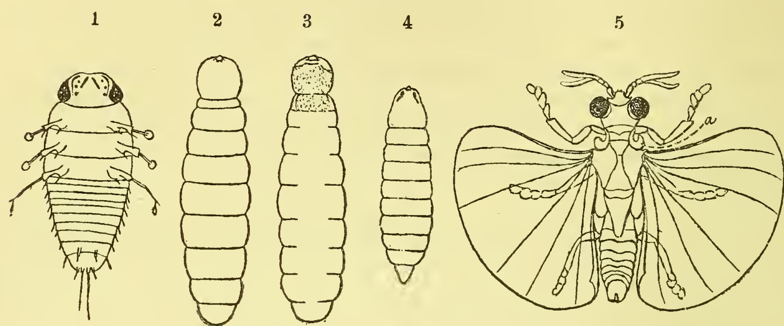


Fig. 220. 1—4 *Xenos Rossii*, 5 *X. Peckii.* 1 neugeborene Larve, 2 erwachsene weibliche Larve, 3 Weibchen (Imago), 4 erwachsene männliche Larve, 5 Männchen (*a* Vorderflügel). — 1—4 nach v. Siebold, 5 nach Kirby.

Larven geboren, welche sich lebhaft auf dem Körper des Wirths umherbewegen, um sich später in die Larven des letzteren einzubohren; in diese gelangt, werden sie madenförmig. (Sowohl der Larve als dem ausgebildeten Weibchen geht ein After ab.)

4. Ordnung. **Käfer** (*Coleoptera*).

Die Käfer haben eine vollkommene Verwandlung, beissende Mundtheile, und die Vorderflügel sind zu Flügeldecken umgebildet. Das Hautskelet ist in der Regel sehr fest, oft lebhaft gefärbt. Der Kopf, welcher theilweise in eine Aushöhlung an der Vorderbrust eingesenkt ist, trägt ein Paar zusammengesetzte Augen von verschiedener Form; zuweilen sind die Augen nierenformig, mit einer Einbuchtung am Vorderrande, welche bei einzelnen so tief ist, dass sie dadurch in je ein oberes und unteres Stück getheilt werden, so dass zwei zusammengesetzte Augen jederseits vorhanden sind. Punktaugen fehlen fast immer. Die Antennen bestehen in der Regel aus 11 Gliedern, die Zahl kann aber bis ungefähr 30 steigen und bis 4 sinken; sie besitzen bei verschiedenen Käfern sehr verschiedene Formen. Die Vorderkiefer haben je nach der Nahrung eine verschiedene Form: schlank bei Räubern, plumper bei Pflanzenfressern; das Kinn ist in der Regel eine wohlentwickelte, fest chitinisirte Platte, während der übrige Theil der Unterlippe, die Taster ausgenommen, häufig nur schwach entwickelt ist. Die Vorderbrust ist gross, stark chitinisirt, mit der Mittelbrust stets beweglich verbunden; zwischen Vorder- und Mittelbrust eine tiefe Einschnürung. Mittel- und Hinterbrust, von welchen letztere am stärksten entwickelt ist, sind unbeweglich verbunden; sie sind oben von den Flügeldecken überdeckt, welche nur eine kleine dreieckige Partie der Mittelbrust (das „Schildchen", *Scutellum*) unbedeckt lassen (der vorderste Theil der Mittelbrust ist vom Hinterrande der Vorderbrust überdeckt). Die Füsse sind meistens 5-gliedrig, hiervon giebt es jedoch

nicht wenige Ausnahmen. Die Vorderflügel sind Flügeldecken, welche meistens in der Ruhe in einer Naht längs der Mittellinie des Rückens zusammenstossen und daselbst sogar in einander gefalzt sein können, während ihre seitlichen Ränder um den Seitenrand des Körpers herumgreifen (Fig. 197); sie bilden somit eine sehr vollkommene Decke nicht nur über den Hinterflügeln, sondern auch über der Rückenseite der Mittel- und Hinterbrust und in der Regel des grössten Theiles des Hinterleibs; sie sind gewöhnlich sehr fest. Seltener sind die Flügeldecken verkürzt, so dass ein grösserer Theil des Hinterleibs unbedeckt bleibt; bei einzelnen stossen sie nicht in der Mittellinie zusammen, sondern greifen über einander über. Die Hinterflügel sind echte, dünne und häutige Flügel, mit spärlichem Rippennetz; sie sind in der Ruhe meistens nicht nur der Länge, sondern auch der Quere nach zusammengefaltet. Die Hinterflügel sind übrigens bei nicht wenigen Käfern rudimentär oder fehlen, trotzdem sind aber in der Regel die Flügeldecken ebenso wohl entwickelt wie sonst, indem sie als Decke des Hinterleibs dienen; nur bei sehr wenigen fehlen beide Flügelpaare. Die Hinterleibsringe sind in je einen Rücken- und Bauchhalbring getheilt, welche häufig etwas gegen einander verschoben sind; stets sind die Bauchhalbringe in geringerer Anzahl (4—7) als die Rückenhalbringe (in der Regel 8) vorhanden; letztere sind, soweit sie von den Flügeldecken bedeckt sind, weniger stark chitinisirt, die Rückenseite des Hinterleibs somit weicher als die Bauchseite. — Die Larven sind sehr verschieden gestaltet; in der Regel besitzen sie Beine, sie können aber auch Maden sein.

Von dieser ausserordentlich grossen Ordnung führen wir im Folgenden nur einige der wichtigsten Familien auf.

1. Die Laufkäfer (*Carabidae*: Gattung *Carabus* u. viele a.) sind lebhafte, schlanke, in der Regel dunkelgefärbte Thiere mit langen, kräftigen Beinen. Antennen fadenförmig, Vorderkiefer schlank, vorstehend, Mittelkiefer mit zweigliedriger Aussenlade. Beim Männchen sind die Vorderfüsse sehr oft unten breit und filzig (um das Weibchen festzuhalten), übrigens sind die Füsse lang und dünn. Bei nicht wenigen sind die Hinterflügel rudimentär. Die Larven, welche ebenso wie die ausgebildeten Thiere fast immer ein räuberisches Leben führen, sind in der Regel dunkelgefärbte Thiere mit einer Gruppe Punktaugen auf jeder Seite und mit wohlentwickelten, mit je zwei Krallen ausgestatteten Beinen (bei anderen Käferlarven ist in der Regel nur eine Kralle an jedem Fusse vorhanden). — Die Sandkäfer (*Cicindela*) sind kleine Laufkäfer, welche sich durch lebhafte Farben (grün etc.) und besonders dadurch auszeichnen, dass die Larve, welche hinten auf der Rückenseite mit einem Paar Haken ausgestattet und blasser ist, als es bei den Laufkäferlarven in der Regel der Fall ist, in einer Röhre in der Erde lebt, wo sie auf Beute lauert. — Als ein speciell zum Wasserleben entwickelter Laufkäfertypus sind die Schwimmkäfer (Gattung *Dytiscus* u. a.) aufzufassen, welche in den meisten Beziehungen mit den Laufkäfern übereinstimmen, von diesen aber darin abweichen, dass der Körper breit, oval ist, und dass die Hinterbeine zu Schwimmwerkzeugen umgebildet erscheinen, indem die Füsse breit und am Rande behaart sind. Beim Männchen sind die drei ersten Glieder der Vorderfüsse noch breiter als bei den Laufkäfern und mit Saugnäpfchen (umgebildeten Haaren) an der Unterseite versehen. Sie kommen an die Oberfläche, um zu athmen; in der Nacht verlassen sie häufig das Wasser und fliegen umher. Die Larven, welche ebenfalls

im Wasser leben, sind schlanke Thiere mit am Rande behaarten Beinen; ihre am meisten hervortretende Eigenthümlichkeit besteht darin, dass die langen, dünnen Vorderkiefer von einem feinen Kanal durchbohrt sind, welcher sich an der Spitze und am entgegengesetzten Ende in die Mundhöhle öffnet (eigentlich ist der Kanal eine Rinne mit an einander gelegten Rändern; vergl. den Giftzahn der Schlangen), während die Mundöffnung sonst geschlossen ist. Mit den Vorderkiefern wird die Beute ausgesogen. — Mit den Schwimmkäfern verwandt ist eine andere Gruppe von Wasserinsekten, die Taumelkäfer (*Gyrinus*), kleine Insekten, welche im Sonnenschein häufig an der Oberfläche des Wassers lebhaft umherschwimmen. Sie sind in mehreren Beziehungen ausgezeichnet: die Mittel- und Hinterbeine sind zu kurzen, breiten, abgeplatteten, flossenähnlichen Schwimmwerkzeugen umgebildet, während die längeren Vorderbeine eine normalere Form besitzen und als Klammerwerkzeuge etc. verwendet werden, wenn das Thier im Wasser untergetaucht ist. Die Augen sind in je ein oberes und ein unteres getheilt, von welchen jenes nach oben, letzteres nach unten sieht. Die Larven stimmen mit denen der Schwimmkäfer in Bezug auf den Bau der Vorderkiefer etc. überein, unterscheiden sich aber dadurch, dass sie geschlossene Stigmen und eine Reihe fadenförmiger Kiemen längs der Seiten des Hinterleibes besitzen.

2. Die Kurzflügler (*Staphylinidae*: Gattung *Staphylinus* u. a.) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die Flügeldecken sehr verkürzt sind, so dass der grössere Theil des sehr beweglichen und auch oben stark chitinisirten Hinterleibs unbedeckt ist; die Hinterflügel sind zweimal der Quere nach zusammengelegt, um unter den Flügeldecken Platz zu finden. Der Körper gestreckt, Fühler faden- oder schwach keulenförmig. Die meisten leben im ausgebildeten Zustande von verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen. Die Larven sind denen der Laufkäfer ähnlich, besitzen aber an jedem Fusse nur eine Kralle (oder richtiger: das Fussglied selbst ist zugespitzt); sie sind mit zwei gegliederten Raifen versehen, und der After sitzt auf einem röhrenartigen Fortsatze. Sie leben in ähnlicher Weise wie die Erwachsenen oder vom Raub. Ausserordentlich artenreiche Käferfamilie.

3. Die Aaskäfer (*Silphidae*) haben keulenförmige oder wenigstens gegen die Spitze hin verdickte Antennen. Die Flügeldecken bedecken bei einigen den ganzen Hinterleib, bei anderen ist das Ende desselben unbedeckt. Sie ernähren sich hauptsächlich von Aas. Hierher gehört die Gattung *Silpha* (Aaskäfer im engeren Sinne) mit schwach keulenförmigen Antennen, den ganzen Hinterleib überdeckenden Flügeldecken und von abgeplatteter ovaler Körperform; die Larven sind breit und abgeplattet, fest chitinisirt, streifen frei umher; sowohl die Larven als die Erwachsenen ernähren sich in der Regel von todten Thieren, welche sie aufsuchen. Ferner die Todtengräber (*Necrophorus*) mit ausgeprägt keulenförmigen Fühlern, langgestrecktem Körper und abgestutzten, meist schwarz und roth gebänderten Flügeldecken, welche das Hinterende des Körpers unbedeckt lassen (sie erzeugen einen Laut, indem sie die Rückenseite des 5. Hinterleibsringes, welche mit zwei quergeriefelten Feldern versehen ist, gegen den Hinterrand der Flügeldecken reiben); sie vergraben, mehrere vereint, die Leichen kleiner Säugethiere u. Ae., indem sie die Erde unterhalb derselben entfernen, und legen dann ihre Eier an denselben ab; die Larven sind blass und plump, jedoch mit Beinen und Augen ausgestattet, und ernähren sich von dem durch die Fürsorge der Eltern vergrabenen Aas, streifen nicht wie die Silpha-Larven umher.

4. Die Speckkäfer (*Dermestidae*: Gattung *Dermestes* u. a.) sind kleine, mit gekeulten Fühlern ausgestattete Insekten, deren Körperoberfläche in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit kurzen anliegenden Haaren bedeckt ist. Die Larven sind mit zahlreichen aufgerichteten Haaren versehen; die Puppe bleibt in der geplatzten Larvenhaut liegen, welche somit als Puppenhülle dient. Die Speckkäfer und ihre Larven ernähren sich von todten thierischen Stoffen und sind häufig Wollen- und Pelzwaaren, Museumsgegenständen etc. verderblich.

5. Die Blatthornkäfer (*Scarabaeidae* oder *Lamellicornia*) sind eine sehr artenreiche Käferfamilie, welche eine Fülle prächtiger und ausgezeichneter Formen enthält. Die letzten (drei bis mehrere) Glieder der Fühler bilden eine Blätterkeule: jedes der betreffenden Glieder ist nach einer Seite blattartig verbreitert, und die Blätter bilden, wenn sie an einander gelegt werden, zusammen eine keulenförmige Anschwellung. Die Augen haben vorn einen tiefen Einschnitt, in welchen der Seitenrand des Kopfes sich fortsetzt. Die Vorderbeine sind mehr oder weniger ausgeprägte Grabbeine, mit abgeplatteten und stacheligen Schienen und walzenförmigen Hüften; die Vorderbrust ist zu demselben Zweck sehr kräftig entwickelt. Der ganze Körper gewöhnlich ziemlich plump. Die Männchen sind oft von den Weibchen sehr abweichend, mit Auswüchsen am Kopfe und an der Vorderbrust etc. Die Larven sind weisslich (mit Ausnahme des stark chitinisirten Kopfes), dick, dünnhäutig, spärlich behaart, in der Regel blind; die Beine ziemlich schwach, der Hinterleib wurstförmig gekrümmt, das Ende desselben oft sackförmig angeschwollen. Sowohl die Larven als die Erwachsenen sind Pflanzen- oder Mistfresser. Zu dieser Familie gehören unter anderen folgende: Der Maikäfer (*Melolontha vulgaris*), das Männchen vom Weibchen durch grössere Fühlerkeule unterschieden; die Larve lebt von Wurzeln, die Imago von Blättern; die ganze Lebensdauer des Thieres beträgt in Norddeutschland 4, in Süddeutschland 3 Jahre. Die Rosenkäfer (*Cetonia*) sind glänzend grün; Flügeldecken mit einer Ausbuchtung am Seitenrande, so dass das Thier, nachdem es die Hinterflügel ausgebreitet hat, die Flügeldecken wieder auf dem Rücken zusammenlegen und mit zusammengeklappten Flügeldecken umherfliegen kann; die Larve lebt in faulem Holze und in Ameisennestern. Der Nashornkäfer (*Oryctes nasicornis*) ist ein grosser brauner Blatthornkäfer, dessen Männchen einen grossen Fortsatz am Kopfe trägt; die Larve in Gerberlohe und dergl. Die Mistkäfer (*Coprophaga*) leben als Larven meistens vom Mist der Hufsäugethiere: die Larven und Erwachsenen der Gattung *Aphodius* werden z. B. häufig in Kuhdünger gefunden; das Weibchen der Gattung *Copris* gräbt Löcher in die Erde, legt in jedes ein Ei und einen Mistklumpen als Nahrung für die dem Ei entschlüpfende Larve. Die Rosskäfer (*Geotrupes*), plumpe, blaugefärbte Thiere, deren Augen vollständig in ein oberes und ein unteres Stück getheilt sind, und mit kräftigen Grabbeinen; sie führen eine ähnliche Lebensweise wie die letztgenannten Mistkäfer. Der Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) ist der stattlichste deutsche Käfer; das Männchen hat einen grossen viereckigen Kopf und kolossale, geweihähnliche Vorderkiefer, welche übrigens sehr in der Grösse variiren; die Fühler sind „gebrochen", mit langem Schaftglied, die Keule kammartig, indem die Fortsätze der Keulenglieder nicht blattartig, sondern zahnähnlich sind und nicht dicht zusammengelegt werden; die Larve in faulem Eichenholz. Häufiger ist der verwandte kleinere Balkenschröter (*Dorcus par-*

allelepipedus), bei welchem die Vorderkiefer des Männchens nur sehr wenig vergrössert sind; Larve in morschem Buchenholz.

6. Die Schnellkäfer (*Elateridae*: Gattung *Elater* u. a.) sind gewöhnlich kleinere Thiere von abgeplatteter, langgestreckt-ovaler Körperform. Die Vorderbrust ist lang, mit der Mittelbrust sehr beweglich verbunden; ein hinten von der Vorderbrust entspringender Stachel greift in eine Grube der Mittelbrust ein: wenn das Thier die Vorderbrust nach oben hebt, wird dieser Stachel gleichzeitig gegen den Rand der Grube gestemmt, und wenn dann das Thier plötzlich den Stachel in die Grube zurückgleiten lässt, so schlägt es gewaltsam gegen die Unterlage und schnellt hoch empor (das Emporschnellen findet sowohl bei Rücken- als bei Bauchlage des Thieres statt). Der Kopf ist tief in die Vorderbrust hineingesenkt, die Fühler sind gesägt oder gekämmt. Die Larven („Drahtwürmer") sind gestreckte, zuweilen fast drahtförmige, fest chitinisirte Thiere mit Beinen, aber ohne Augen; letztes Segment gross, verschieden geformt; sie sind hauptsächlich Pflanzenfresser. — Die Prachtkäfer (*Buprestidae*: Gattung *Buprestis* u. a.) sind mit den Schnellkäfern verwandt, denen sie in Leibesform, in den Verhältnissen des Kopfes und der gesägten Fühler ähnlich sind; sie unterscheiden sich aber unter Anderem dadurch, dass ihnen der Springapparat abgeht. Die Larven sind weisslich, blind, gliedmaassenlos, die Vorderbrust, in welche der grössere Theil des Kopfes eingesenkt ist, meistens sehr gross und breit, der Hinterleib schmal; sie leben gewöhnlich in und von Holz, ungefähr wie die Bockkäfer-Larven, denen sie sehr ähnlich sind. Die Prachtkäfer sind besonders in den Tropen reich vertreten; daselbst findet man grosse prächtige Formen, in den Ländern der gemässigten Zone kommen nur relativ wenige, meist kleinere Formen vor.

7. Die Weichflügler (*Malacodermata*) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass ihr Hautskelet eine für Käfer ungewöhnlich weiche Beschaffenheit hat, so dass z. B. die Flügeldecken sich beim Eintrocknen krümmen. Der Kopf ist meistens mehr oder weniger unter dem Vorderrande der breiten, schildförmigen Vorderbrust verborgen. Die Flügeldecken schliessen weniger eng an den Körper als gewöhnlich. Hierher die in Deutschland durch ein paar Arten vertretenen Johanniswürmchen oder Leuchtkäfer (*Lampyris*), bei welchen der Kopf oben ganz von der Vorderbrust bedeckt ist, dem Weibchen fehlen sowohl Vorder- als Hinterflügel, so dass es larvenähnlich erscheint: sowohl die Erwachsenen (beide Geschlechter) als die Larve (welche sich von Schnecken ernährt) haben Leuchtorgane auf der Unterseite des Hinterleibs. Bei der verwandten Gattung *Telephorus* (welcher nicht leuchtet) steht der Kopf frei hervor; mehrere Arten kommen im Sommer auf Blumen ungemein häufig vor.

8. Die Pflasterkäfer (*Vesicantia*) sind heteromere Käfer, d. h. die Füsse der Vorder- und Mittelbeine sind 5-gliedrig, die der Hinterbeine 4-gliedrig [1]). Der Kopf ist hinten halsartig eingeschnürt, die Vorderbrust schmäler als die Flügeldecken, welche weniger fest als bei den meisten anderen Käfern sind. Die Krallen sind gespalten. Im Körper sind blasenziehende Stoffe enthalten. Die Eier werden in Erdlöcher gelegt; die neugeborenen, mit Augen und wohlentwickelten Beinen ausgestatteten Larven kriechen auf Pflanzen hinauf, heften sich gewissen

1) Die im Vorhergehenden erwähnten Käferfamilien haben in der Regel fünfgliedrige Füsse an allen Beinen und werden als pentamere Käfer bezeichnet.

Bienen an und kommen mit denselben in ihre Nester hinein; in dem Augenblicke, wo die Biene ein Ei ablegt, verlässt die Pflasterkäfer-Larve diese und bleibt in der Bienenzelle, wo sie zuerst das Ei auffrisst, nachher ihre Form ändert und sich zu einem plumpen, blinden, kurzbeinigen Geschöpf umbildet, welches den für die Bienenlarve bestimmten Vorrath verzehrt. Hierzu gehören die Oelkäfer (*Meloë*), welche keine Hinterflügel haben und deren kurze Flügeldecken nicht an einander stossen, sondern mit den Innenrändern über einander greifen. Ferner die Spanische Fliege (*Lytta vesicatoria*), ein schöner, smaragdgrüner Käfer mit wohlentwickelten Flügeldecken und Hinterflügeln. In Deutschland ebenso wie die Oelkäfer häufig. — Zu einer anderen Familie der heteromeren Käfer gehört der Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*), ein braunes, längliches, laufkäferähnliches Thier, dessen den Schnellkäferlarven ähnliche Larve in Mehl und Korn lebt und unter dem Namen „Mehlwurm" allbekannt ist.

9. Die Bockkäfer (*Cerambycidae*: Gattung *Cerambyx* u. a.). Die breiten Füsse sind anscheinend nur 4-gliedrig, indem das vorletzte Glied kurz und schwierig zu sehen ist (Käfer mit dieser Fussform werden als tetramer bezeichnet). Es sind meistens grössere Insekten mit gestrecktem Körper, langen Fühlern (besonders bei den Männchen sind die Fühler oft sehr stattlich entwickelt), ausgerandeten Augen. Die Larven, welche sich im Holze lebender und (besonders) todter Bäume aufhalten und darin lange Gänge ausnagen, sind weisslich, gestreckt, etwas abgeplattet, vorn etwas breiter, ohne Augen (oder mit undeutlich ausgebildeten Augen), mit sehr kleinen Beinen (oder gliedmaassenlos). — Mit den Bockkäfern nahe verwandt, beim ersten Anblick allerdings in der Regel sehr abweichend, sind die Blattkäfer (*Chrysomelidae*), welche dieselbe Fussform wie die Bockkäfer besitzen. Der Körper ist in der Regel bei den Blattkäfern plump und stark gewölbt, der Kopf mehr oder weniger von der Vorderbrust bedeckt, die Fühler kürzer als der Körper, die Farben lebhaft; aber auch mehr gestreckte, den Bockkäfern ähnliche Formen kommen vor (Rohrkäfer, *Donacia*). Die Larven sind meistens gefärbt, mit Augen und wohlentwickelten Gliedmaassen, die meisten leben auf und von Blättern.

10. Die Rüsselkäfer (*Curculionidae*: Gattung *Curculio* u. a.) haben dieselbe Fussform wie die Bockkäfer. Es sind in der Regel kleine Insekten, deren Kopf vorne in einen kürzeren oder längeren, rüsselähnlichen Fortsatz verlängert ist, an dessen Spitze die kleinen, aber wohlentwickelten Mundtheile sich befinden. Die Antennen sind keulenförmig und in der Regel gebrochen, mit einem langen Schaftgliede. Die Flügeldecken umfassen den Rand des Hinterleibs; die Hinterflügel fehlen nicht selten. Hautskelet meistens sehr fest. Die Larven sind fusslose, gekrümmte, (mit Ausnahme des braunen Kopfes) weissliche, in der Regel blinde Maden. Sowohl die Larven als die Erwachsenen ernähren sich von pflanzlicher Nahrung (Blättern, Rinde, Holz, Wurzeln); die Larve lebt fast immer versteckt. Zahlreiche Gattungen und Arten auch in Deutschland. — Nahe verwandt sind die Borkenkäfer (*Tomicidae*), kleine cylindrische Käfer mit kurzem, rüssellosem Kopfe (dies ist der wesentlichste Unterschied von den Rüsselkäfern), kurzen, gebrochenen Fühlern mit dicker Keule und nierenförmigen Augen; die Larve denen der Rüsselkäfer ähnlich [1]). Vor der Eiablage nagt das Weibchen in der Regel

1) Mit den Borkenkäfern dürfen die Nagekäfer (*Anobium*) nicht verwechselt

in einem kränkelnden oder kürzlich abgestorbenen, noch einigermaassen saftreichen (seltener ganz gesunden) Baume, an der Grenze von Holz und Rinde, einen längeren oder kürzeren „Muttergang“ und legt längs der Seiten des letzteren eine Anzahl Eier ab, welche in je einer vom Weibchen genagten kleinen Vertiefung angebracht werden; wenn die Larve nachher aus dem Eie ausgeschlüpft ist, so frisst sie sich von dieser Stelle aus einen Gang, welcher allmählich verlängert wird und gleichzeitig in dem Maasse, wie die Larve grösser wird, an Breite zunimmt; die Larvengänge gehen meistens ungefähr rechtwinkelig von dem Muttergange ab und verlaufen ebenso wie dieser auf der Grenze von Holzkörper und Rinde. Von diesem typischen Frassbild giebt es übrigens allerlei Abweichungen bei den verschiedenen Formen. Zu den Borkenkäfern gehören einige der allergefährlichsten Feinde der Forstwirthschaft (namentlich der Nadelholzcultur): *Tomicus typographus* (Buchdrucker) und manche andere, welche zuweilen durch eine von äusseren Umständen (z. B. Windbrüchen, welche ihnen ein grosses passendes Brutmaterial darbieten) bedingte massenhafte Vermehrung im Laufe kurzer Zeit ungeheuren Schaden anrichten können; ihre Schädlichkeit ist weniger durch ihr normales Brutgeschäft als dadurch bedingt, dass sie, wenn sie einmal in grosser Anzahl aufgetreten sind, auch gesunde Bäume mit ihren Eiern belegen; auch werden die Erwachsenen einiger Arten durch Ausfressen junger Sprossen (*Hylesinus piniperda*), durch Benagen von Wurzeln junger Pflanzen etc. schädlich.

11. Die Marienkäferchen (*Coccinellidae*) haben scheinbar nur drei Glieder in jedem Fusse, thatsächlich aber vier, von welchen das vorletzte sehr kurz ist (trimere Käfer). Es sind kleine, oft fast halbkugelige oder ein wenig ovale, gewölbte Käfer; der Kopf ist kurz, in die Vorderbrust eingesenkt, mit kurzen gekeulten Fühlern; die Beine sind kurz. Die Larven sind denen der Blattkäfer ähnlich (auch die Imagines gleichen manchen Blattkäfern), sind aber, ebenso wie die vollkommenen Insekten, in der Regel Räuber, welche Blattläusen und dergl. nachstellen.

5. Ordnung: **Hautflügler** (*Hymenoptera*).

Die Hautflügler sind Insekten mit vollkommener Verwandlung, beissenden Mundtheilen und vier häutigen Flügeln. Der Kopf ist kurz und breit, von der Vorderbrust tief abgeschnürt und in letztere niemals eingesenkt, sondern stets ganz frei; zuweilen sitzt er sogar an einem stielartigen Fortsatz der Vorderbrust. Es sind die gewöhnlichen Mundtheile vorhanden, davon die Vorderkiefer kräftige Beisswerkzeuge. Bei einigen Hautflüglern — diese bilden aber nur eine Minderzahl — ist die aus den verwachsenen inneren Laden der Unterlippe gebildete Zunge lang und auf ihrer Unterseite rinnenförmig ausgehöhlt, während die langen, abgeplatteten Unterlippen-Taster und Mittelkiefer-Laden (von welch letzteren jederseits nur eine vorhanden ist) zusammen eine Röhre um jene bilden; vermittels der Zunge und

werden. Letztere besitzen eine ähnliche Körperform wie jene und nagen ebenfalls in Holz, gehören aber einer ganz anderen Familie an und unterscheiden sich leicht von jenen dadurch, dass die Augen rund, die Fühler gegen die Spitze nur ganz wenig verdickt sind, und dass die Füsse 5 deutliche Glieder besitzen; die Larven sind mit Beinen ausgestattet (kleinen Scarabäenlarven ähnlich) und fressen meistens labyrinthische unregelmässige Gänge in todtem, trockenem Holz, z. B. in Möbeln, welche oft völlig von ihnen vernichtet werden.

dieser Röhre werden süsse Flüssigkeiten in den Mund eingesogen. Die Vorderbrust ist nur schwach entwickelt, der Rückentheil derselben vom Bauchtheil gesondert und mit der Mittelbrust fest verbunden, während der Bauchtheil (mit den Vorderbeinen) beweglich ist. Mittel- und Hinterbrust sind gewöhnlich unbeweglich verbunden, bei den Blatt- und Holzwespen jedoch gegen einander beweglich. Die Beine zeichnen sich durch die Grösse des Hüftgliedes aus; der Schenkelring ist oft (bei den Blatt-, Holz-, Schlupf- und Gallwespen) in zwei Glieder getheilt; das erste Glied des 5-gliedrigen Fusses ist bedeutend länger als die folgenden („Mittelfuss"). Von den Flügeln ist das vordere Paar fast immer bedeutend grösser als das hintere; beide Paare sind mit einem nicht sehr dichten Rippennetz versehen. Der Vorderflügel und der Hinterflügel derselben Seite sind mittels einer Reihe kleiner Haken, welche am Vorderrande des Hinterflügels sitzen und den umgebogenen Hinterrand des Vorderflügels umgreifen, verbunden; die beiden Flügel wirken deshalb während des Fluges als eine zusammenhängende Platte. Am

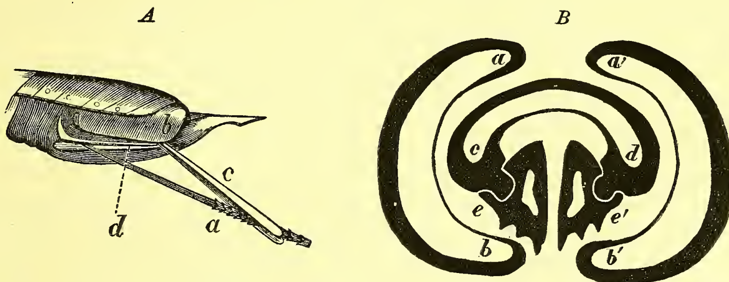


Fig. 221. *A* Hinterleib mit dem Legestachel einer Holzwespe. Der Stachel (*a*) ist aus der Rinne *d*, in welcher er in der Ruhe liegt, herausgehoben; diese Rinne setzt sich bei *b* in die beiden langen Klappen *c* fort, welche die Endpartie des Stachels umgeben. *B* Querschnitt des Stachels und der Klappen, vergr. *ab* und *a'b'* Klappen (= *c* in *A*), *cd*, *e* und *e'* die drei nadelförmigen Stücke des Stachels. — Nach Graber.

Grunde des Vorderflügels findet sich eine hervortretende Schuppe, welche den Grund des Flügels bedeckt. Bei allen Hautflüglern ist das vorderste Hinterleibssegment mit der Hinterbrust unbeweglich verbunden, und bei der Mehrzahl (d. h. bei allen mit Ausnahme der Blatt- und Holzwespen) findet man eine tiefe Einschnürung zwischen demselben Hinterleibssegment und dem folgenden; man sagt dann, dass der Hinterleib gestielt ist, wobei aber nicht zu vergessen ist, dass die betreffende Einschnürung sich nicht zwischen Brust und Hinterleib, sondern am Hinterleib selbst befindet; die auf die Einschnürung folgenden Segmente sind häufig schmäler als die letzten Hinterleibsringe. Am Hinterende des Weibchens findet man einen hohlen, aus mehreren nadel- oder messerförmigen Theilen zusammengesetzten Stech- oder Bohrapparat, den sogenannten Stachel, durch welchen die Eier bei der Eiablage austreten, und mit welchem bei vielen in einer Pflanze oder einem Thier ein Einstich oder Einschnitt hervorgebracht wird, in welchen nachher das Ei abgelegt wird: Legestachel (bei den unten sub 1 und 2 genannten Formen); bei anderen (den sub 3—6 genannten) ist der Stachel nicht allein eine Legeröhre, sondern fungirt zugleich als Giftstachel, indem sich in denselben eine Giftdrüse öffnet, deren Secret durch den Stachelkanal austritt; sie stechen damit andere Thiere, entweder um

sich zu wehren oder zu anderen Zwecken (siehe die Grabwespen). — Die Larven sind bei der überwiegenden Mehrzahl weissliche, blinde Maden; nur bei den Blatt- und Holzwespen sind die Larven abweichend gestaltet, mit Beinen ausgestattet etc. (vergl. unten). Die Larven spinnen in der Regel vor der Verpuppung einen Cocon.

1. Die Blattwespen (*Tenthredinidae*). Hinterleib sitzend, d. h. ohne vordere Einschnürung, breit und kurz, beim Weibchen mit einem kurzen, gesägten Legestachel, mit dem es kleine Einschnitte in Blätter schneidet, in welche die Eier abgelegt werden. Mittel- und Hinterbrust beweglich verbunden. Zweigliedriger Schenkelring. Ziemlich dichtes Rippennetz in den Flügeln. Einige Blattwespen pflanzen sich parthenogenetisch fort, entweder ausschliesslich (?) oder neben einer Fortpflanzung mittels befruchteter Eier. Die Larven („Afterraupen") sind gefärbt, cylindrisch, denen der Schmetterlinge ähnlich; sie besitzen in der Regel ausser den Brustfüssen noch 6—8 Paar Afterfüsse ohne Haken (vergl. die Schmetterlinge) und ein Punktauge auf jeder Seite des Kopfes; sie leben auf Bäumen und anderen Pflanzen, deren Blätter sie verzehren. — Nahe verwandt sind die Holzwespen (*Uroceridae*: Gatt. *Sirex* u. a.), deren Hinterleib länger, cylindrisch und mit einem längeren Legestachel ausgestattet ist, während sie im Uebrigen mit den Blattwespen übereinstimmen; die Larven, welche in Holz leben, worin sie lange, geschlängelte Gänge nagen, sind blinde, weissliche Thiere mit 3 Paar kurzen Brustfüssen, aber ohne Afterfüsse.

2. Die Gallwespen (*Cynipidae*) sind kleine Wespen mit linsenförmigem, kurzem, zusammengedrücktem Hinterleib mit einem von der Unterseite entspringenden Legestachel; Flügel mit sehr schwachem Rippennetz; zweigliedriger Schenkelring. Die Larven leben in Gallen; die Mutter bohrt mit ihrem Stachel in lebende Pflanzentheile (Blätter, Stengeltheile, Knospen u. dergl.) und legt das Ei in das so hervorgebrachte Loch; später schwillt der betreffende Theil in einer für jede Art charakteristischen Weise an, wie es scheint, durch die Einwirkung der Larve auf das Pflanzengewebe, und letztere lebt in und von der so gebildeten Galle. Einzelne Gallen sind mehrkammerig, d. h.: es sind dicht neben einander mehrere Eier in die Pflanze eingebracht worden, und es bildet sich dann eine zusammenhängende Galle um sämmtliche Larven. Bei einer Anzahl der zahlreichen auf der Eiche lebenden Gallwespenarten beobachtet man einen regelmässigen Wechsel von parthenogenetischen und zweigeschlechtlichen Generationen (je eine jährlich); beide Generationen sind unter einander verschieden und erzeugen Gallen von sehr verschiedenem Aussehen. Von anderen Eichen-Gallwespen scheinen nur Weibchen vorzukommen. — Mit den Gallwespen verwandt sind die Schlupfwespen (*Ichneumonidae*), eine sehr umfangreiche Gruppe meistens sehr kleiner Hautflügler, oft mit sehr langem Legestachel; ihre Larven leben als Schmarotzer in (seltener äusserlich an) Insekten-Larven, Puppen, Eiern, besonders sind die Schmetterlingsraupen von ihnen heimgesucht; einige schmarotzen in anderen Schlupfwespen-Larven. Wenn das Ei einer Schlupfwespe in das Ei eines anderen Insekts gelegt wird, so lebt und entwickelt die Schmarotzerlarve sich auf Kosten des Wirth-Eies, und letzteres kommt nicht zur Entwicklung. Diejenigen Schlupfwespen-Larven, welche in Larven schmarotzen, haben in der Regel das Wachsthum beendet, wenn der Wirth sich verpuppen soll, brechen dann durch die Haut desselben hervor und verpuppen sich gleich nachher, während der Wirth abstirbt; oder der Wirth verpuppt sich zuerst und

nachher die Schmarotzerlarve innerhalb jenes, welcher dann abstirbt, und der Schmarotzer bricht erst als Imago durch die Puppenhaut des Wirthes hervor. Die Schlupfwespen-Larven, welche sehr unvollkommene Mundtheile besitzen, scheinen (mit Ausnahme der Ei-Schmarotzer) sich vom Blut des Wirthes zu ernähren; es können entweder ein oder mehrere (viele) derselben in demselben Wirthe vorhanden sein. (Bei einigen Schlupfwespen hat man eine parthenogenetische Fortpflanzung beobachtet (aus den unbefruchteten Eiern kommen meistens Männchen).

3. Die Grabwespen (*Crabronidae, Pompilidae*) haben, ebenso wie die folgenden Gruppen, einen einfachen Schenkelring, gestielten Hinterleib und einen Giftstachel. Es sind lebhafte Insekten, welche besonders durch ihre Lebensweise ausgezeichnet sind: sie fangen Insekten (auch Larven) oder Spinnen, lähmen sie durch einen Stich in den Bauchnervenstrang und sammeln sie in Röhren, welche sie in die Erde graben oder in Holz ausnagen; darauf legen sie in jede Röhre ein Ei und verschliessen die Röhre; die Larve ernährt sich von dem eingesammelten Vorrath. Andere theilen die Röhren durch Lehmwände in „Zellen" und legen in jede Zelle ein Ei, wieder andere graben verästelte Röhren und legen ein Ei mit Futter in jeden Röhrenast. Seltener bringen sie täglich der Larve frisch eingesammeltes Futter. — Die verwandten Goldwespen (*Chrysis*) sind prächtig metallglänzende Formen mit sehr festem Chitinskelet, besonders auch am Hinterleibe, welcher scheinbar aus sehr wenigen, grossen Segmenten besteht, indem die letzten Hinterleibssegmente fernrohrartig zurückgezogen sind; oben ist der Hinterleib stark gewölbt, unten concav; die Fühler gebrochen. Sie sind im Stande, sich zusammenzurollen, und sind hierdurch und durch ihr festes Skelet gegen den Stich der Grabwespen geschützt, bei denen sie meist ihre Eier ablegen: die Larven der Goldwespen leben nämlich als Ektoparasiten an den Larven der Grabwespen.

4. Die Ameisen (*Formicariae*) sind vor anderen Hautflüglern dadurch kenntlich, dass das 2. (oder 2. und 3.) Hinterleibssegment bedeutend schlanker als die folgenden und mit einem aufrechten, schuppen- oder knotenartigen Auswuchs versehen ist; die Fühler sind gebrochen. Die Ameisen bilden Gesellschaften, die aus Männchen, Weibchen und „Arbeitern" bestehen, welch letztere Weibchen mit unvollkommen ausgebildetem Geschlechtsapparat sind; Männchen und Weibchen haben grosse Flügel, welche allerdings bei den Weibchen nach der Paarung abgeworfen werden, die Arbeiter sind dagegen stets ungeflügelt. Bei einigen Ameisen treten die Arbeiter unter zwei verschiedenen Gestalten auf, einige mit grossem Kopfe (Soldaten), andere mit kleinerem Kopfe (eigentliche Arbeiter). Einige Ameisen (natürlich nur Weibchen und Arbeiter) besitzen einen Giftstachel, andere nur die entsprechende Giftdrüse, deren Secret in die durch die Vorderkiefer hervorgebrachte Wunde eingespritzt wird. Die Nester, welche aus unregelmässigen Kammern und labyrinthischen Gängen bestehen, werden in den meisten Fällen in der Erde minirt oder in Baumstümpfen ausgenagt; die Erdminirer legen häufig die ausgegrabene Erde oben auf das Nest und bilden dadurch Hügel, in welche das Nest fortgesetzt wird; andere (z. B. die rothe Waldameise, *Formica rufa*) bauen Hügel aus Fichtennadeln, Blättern etc.; wieder andere bauen in hohlen Bäumen ein Nest, dessen Wandungen aus Holzstaub und ähnlichen Dingen besteht, die durch Speichel zusammengekittet werden. Die Ameisen sind Omnivoren; die Larven werden von den Arbeitern mit ausgebrochener Nahrung gefüttert. — Die Lebensverhältnisse der Ameisen

bieten das grösste Interesse dar, und bei manchen Arten finden wir äusserst merkwürdige Verhältnisse. Beispielsweise erwähnen wir, dass es (auch in Deutschland) Arten giebt, welche Larven und Puppen aus den Nestern anderer Arten rauben und dieselben in ihr eigenes Nest bringen; die Arbeiter, welche sich aus den geraubten Larven und Puppen entwickeln, werden ein Bestandtheil der Arbeitskraft des Nestes der Räuber oder müssen sogar alle Arbeit ausführen, ja sogar letztere füttern. Bei einer mexicanischen Ameisenart ist der Hinterleib bei einigen Arbeitern in Folge einer enormen Erweiterung des mit einer honigartigen Flüssigkeit gefüllten Kropfes stark angeschwollen; die betreffenden Arbeiter sitzen ruhig im Neste, während andere draussen sind, um Honig aufzusuchen, den sie nach der Rückkunft erbrechen und den ersteren übergeben, welche als förmliche Reservoire für den Honigvorrath des Nestes dienen. — Die Ameisennester beherbergen (was übrigens ähnlich bei den Termitennestern der Fall ist) ausser den Ameisen noch eine ganze kleine Insekten-Fauna, die sogenannten Myrmekophilen, von welchen manche sogar ausschliesslich hier vorkommen (dies gilt von mehreren kleinen Käfern). Bekannt ist das Verhältniss der Ameisen zu den Blattläusen, deren süsse Exkremente von jenen begierig aufgeleckt werden; manche Ameisen tragen sogar Blattläuse in ihre Nester hinein und halten sie hier förmlich als Hausthiere.

5. Die eigentlichen Wespen oder Faltenwespen (*Vespariae*) zeichnen sich dadurch aus, dass die Fühler gebrochen, die Augen nierenförmig, die Vorderkiefer lang und vorragend sind, und dass die Vorderflügel in der Ruhe gefaltet sind. Einige derselben sind einzeln lebende Thiere, welche eine ähnliche Lebensweise führen wie die Grabwespen; andere, darunter die Gattung *Vespa* (Papierwespen, Hornissen), leben in kleineren oder grösseren Gesellschaften, welche aus Männchen, Weibchen und Arbeitern (Weibchen mit unvollkommenen Geschlechtswerkzeugen, aber geflügelt) bestehen, und bauen sich künstliche Nester; letztere bestehen aus einer oder mehreren wagerechten Waben, aus je einer Anzahl neben einander gestellter prismatischer, 6-eckiger, an einem Ende geschlossener Röhren (sogenannter Zellen) zusammengesetzt, welche senkrecht mit der Oeffnung nach unten gestellt sind und welche als Wohnungen für die Larven und Puppen verwendet werden; die Waben können durch kurze Pfeiler verbunden und das ganze Nest von lockreren oder festeren Hüllen umgeben sein; als Material zum Nestbau verwenden die Thiere meistens eine aus feingekauten Holz- oder Rindentheilen gebildete Masse, welche im trockenen Zustande papierähnlich erscheint. Die Larven werden mit gekauten Insekten gefüttert. Mit Ausnahme der jungen befruchteten Weibchen stirbt die ganze Bevölkerung der Nester im Spätherbst aus; jene überwintern dagegen und gründen im nächsten Frühling je ein neues Nest, dessen Aufbau später von den von ihnen erzeugten Arbeitern fortgesetzt wird; die oft grossen Nester sind somit die Arbeit eines einzigen Sommers.

6. Die Bienen (*Apiariae*) sind in der Regel stark behaarte Thiere, die Fühler sind gebrochen, die Augen nicht ausgerandet, die Zunge lang, die Mittelkieferladen und die Unterlippentaster oft stark verlängert und abgeplattet, die Schiene und der Mittelfuss der Hinterbeine in der Regel verbreitert. Einige Bienen bilden Gesellschaften, welche aus Männchen, Weibchen und geflügelten Arbeitern (unfruchtbaren Weibchen) bestehen, andere sind einzeln lebend. — Zu den ersteren gehört die Honig- oder Hausbiene (*Apis mellifica*), in deren Nestern nur je ein fruchtbares

Weibchen (die Königin) vorhanden ist; die Geburt neuer Weibchen giebt stets dazu Veranlassung, dass das Bienenvolk sich theilt, so dass neue Gesellschaften gebildet werden. Die Honigbiene baut Waben aus Wachs, welches von Hautdrüsen des Hinterleibs abgesondert wird; die Waben stehen senkrecht und bestehen aus zwei Lagen von an einem Ende geschlossenen, 6-eckigen, wagerechten „Zellen", deren Oeffnungen nach der Seite gerichtet sind; in jedem Neste finden sich mehrere derartige Waben. Die Larven, aus welchen fruchtbare Weibchen kommen, leben in besonderen, grösseren, rundlichen Zellen, welche am Rande der Waben angebracht sind; die übrigen Zellen werden theils für die Arbeiter- und Männchen-Larven, theils zur Aufhebung des von den Arbeitern eingesammelten Honigs und Blüthenstaubes (Bienenbrot) verwendet; der Honig

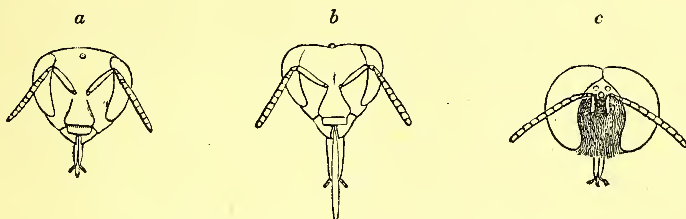


Fig. 222. Köpfe von Hausbienen. *a* Königin, *b* Arbeiter, *c* Männchen. — Nach Ratzeburg.

wird im Kropfe nach Hause getragen, den Blüthenstaub tragen sie in zusammengeknetetem Zustande an den breiten, aussen etwas ausgehöhlten, am Rande behaarten Hinterschienen („Körbchen"; nur bei den Arbeitern sind die Hinterschienen in dieser Weise ausgebildet). Die ganze Gesellschaft überwintert, und zwar ohne in einen Winterschlaf zu verfallen; im Neste herrscht eine bedeutend erhöhte Temperatur. Die männlichen Bienen (Drohnen) sind sehr grossäugig und ebenso wie die Königinnen bedeutend grösser als die Arbeiter; die Drohnen gehen aus unbefruchteten Eiern hervor. — Mit der Honigbiene nahe verwandt sind die plumpen Hummeln (*Bombus*), welche kleine Gesellschaften bilden, die ihre Nester in Erdlöchern haben; jede dieser Gesellschaften wird von einem einzigen, grossen, befruchteten überwinterten Weibchen gegründet und besteht, wenn sie fertig ist, aus einigen wenigen grossen Weibchen, einigen kleineren Weibchen, welche nur Drohneneier legen, einer Anzahl Arbeiter und Männchen. Sowohl die fruchtbaren Weibchen wie die Arbeiter besitzen ein „Körbchen"; sie bauen keine Zellen, sondern die Eier werden zu je einem aus Bienenbrot und Honig bestehenden Klümpchen gelegt, in welches die junge Larve sich einfrisst und welches dadurch allmählich an Grösse zunimmt, dass ihm neue Theile aussen angefügt werden; vor der Verpuppung spinnt die Larve eine glasartige, eiförmige Hülle um sich; diese Cocons, welche häufig unrichtig als Wachszellen aufgefasst worden sind, werden zuweilen, wenn die Hummeln ausgekrochen sind, als Vorrathstöpfe für die Nahrung verwendet. — Die Weibchen der zahlreichen einsamen Bienen bauen in der Erde oder in Holz kleine Räume oder wirkliche Zellen aus zusammengekittetem Sande, Lehm oder abgebissenen Blattstückchen; in diese Räume oder Zellen sammeln sie Blüthenstaub und Honig und legen in jeden Raum ein Ei und verschliessen ihn nachher; die Larven ernähren sich von dem eingesammelten Futter,

die Mutter kümmert sich weiter nicht mehr um sie. Bei einigen dieser einsamen Bienen besitzt das Weibchen ebenso wie die Arbeiter der Honigbiene ein Körbchen, bei anderen wird dagegen der Blüthenstaub in dem dichten Haarbesatz der Hinterbeine oder an der ebenfalls behaarten Unterseite des Hinterleibes gesammelt. — Nicht wenige einsame Bienen sind Schmarotzerbienen (Kukuksbienen), welche ihre Eier in die Vorräthe anderer Bienen legen, so dass ihre Larven auf Kosten der von letzteren gesammelten Vorräthe leben.

6. Ordnung. **Schmetterlinge** (*Lepidoptera*).

Die Schmetterlinge sind Insekten mit vollkommener Verwandlung, vier gleichgebildeten Flügeln und saugenden Mundtheilen. Das ganze Thier ist stark behaart. Der Kopf ist frei beweglich; die vielgliedrigen Fühler faden- oder borstenförmig, gekeult oder gekämmt etc. Ueber den Bau der Mundtheile siehe S. 251. Alle drei Brustringe sind eng verbunden; die Vorderbrust klein, die Mittelbrust gross. Die Flügel sind gross, mit feinen, gefärbten, dachziegelartig geordneten Schuppen (abgeplatteten Haaren), „Staub", bedeckt, welche in der Regel das Rippennetz und die übrige Flügeloberfläche völlig verdecken; die Vorderflügel sind länger, dabei aber in der Regel schmäler als die Hinterflügel; letztere tragen sehr häufig am Vorderrande nicht weit von ihrer Ursprungsstelle eine kräftige Borste oder eine kleine Gruppe zusammengelegter steifer Borsten (*Retinaculum*), welche in einen kleinen Bügel an der Unterseite der Vorderflügel eingreifen; auf diese Weise werden Vorder- und Hinterflügel derselben Seite zusammengeheftet. Am Grunde der Vorderflügel befindet sich eine ähnliche, häufig aber kräftiger entwickelte Schuppe wie bei den Hautflüglern. Die Beine sind schwach mit grossen Hüften und 5-gliedrigen Füssen, deren Grundglied weit länger als die folgenden ist (vergl. die Hautflügler). Es ist keine tiefere Einschnürung zwischen Brust und Hinterleib vorhanden, letzterer ist somit „sitzend". — Die Larven, „Raupen", besitzen ein deutlich ausgesprochenes gemeinsames Gepräge; es sind cylindrische Thiere mit einem langen Hinterleib, welcher von Afterfüssen getragen wird; sie sind fast ausschliesslich Pflanzenfresser, welche zum grossen Theil frei an Blättern leben, und, was hiermit in Zusammenhang steht, im Gegensatz zu den meisten anderen Insektenlarven oft lebhaft gefärbt; das Hautskelet ist, wenn man von dem stark chitinisirten Kopf und der Vorderbrust absieht, ziemlich weich. Der Kopf trägt jederseits 5—6 Punktaugen, ein Paar kurze dreigliedrige Fühler und die gewöhnlichen beissenden Mundtheile. Die Brust ist mit drei Paar kurzen, einkralligen Beinen versehen. An dem langen Hinterleib finden sich gewöhnlich 5 Paar Afterfüsse (je ein Paar am 3.—6. und am 9. Hinterleibssegment), zuweilen eine geringere Anzahl und dann meistens 2 Paare (bei den Spannern, am 6. und 9. Segment); äusserst selten (bei einer einzelnen Mottengattung) 6 Paar Afterfüsse. Die Afterfüsse sind entweder, bei den Kleinschmetterlingen, Kranzfüsse, mit einem Kreis von nach aussen (in Bezug auf das Centrum des Kreises) gebogenen beweglichen Haken am unteren Ende, oder, bei den Grossschmetterlingen, Klammerfüsse, mit einer Reihe von Haken am unteren Fussende; am Klammerfuss sind die Haken nach innen (in Bezug auf die Mitte des Thieres) gebogen, und die

Afterfüsse werden hierdurch geeignet, dünnere Aeste zu umklammern[1]). (Von den sehr ähnlichen Blattwespenlarven unterscheiden sich die Raupen der Schmetterlinge durch die grössere Anzahl von Punktaugen, die kleinere Anzahl Afterfüsse und dadurch, dass letztere mit Haken besetzt sind.) Die Puppen zeichnen sich dadurch aus, dass alle Anhänge (Flügel, Beine etc.) dem Körper dicht angelegt sind; alle freiliegenden Flächen der Anhänge sowohl als des Körpers sind dabei stark chitinisirt (während die an einander liegenden Flächen dünnhäutig sind), so dass das Thier aussieht, als ob es gefirnisst wäre. Die Larven besitzen Spinndrüsen, welche sich an der Unterlippe öffnen, und manche bilden vor der Verpuppung entweder ein vollständiges Gespinnst (einen Cocon) um sich oder verbinden mittels des Gespinnstes verschiedene Theilchen zu einer Hülle, während andere sich nur mit wenigen Fäden festspinnen; nicht wenige umgeben sich schon früher mit einer sackförmigen, an einem Ende offenen Hülle, welche sie mit sich umherschleppen.

Die Schmetterlinge sind mit den Hautflüglern, besonders den Blattwespen verwandt; mit letzteren stimmen sie in der Beinform (Mittelfuss, Hüfte), im Vorhandensein einer Deckschuppe an der Wurzel der Vorderflügel, in der schwachen Entwicklung der Vorderbrust und im Bau der Larve überein.

1. Unterordnung. **Kleinschmetterlinge** (*Microlepidoptera*).

Die Larven besitzen Kranzfüsse und einen nach vorn gerichteten Kopf, sie leben grösstentheils mehr oder weniger versteckt, entweder in Blättern minirend, in Stengeln oder in Holz, zwischen zusammengesponnenen Blättern etc. Die Puppen gewöhnlich mit Stachelquerreihen an der Rückenseite des Hinterleibs. Die ausgebildeten Insekten sind mit wenigen Ausnahmen Thiere von geringer Grösse, schlankem Körper, Hinterschienen mit 4 Sporen.

1. Die Motten (*Tineidae*) sind kleine Thiere mit schmalen Flügeln, welche einen fransenartigen Haarsaum besitzen. Zu dieser Abtheilung, welche aus sehr zahlreichen, oft sehr prächtig gefärbten, in der Regel aber ungemein kleinen Formen besteht, gehören die Kleider- oder Pelzmotten, *Tinea pellionella* und *T. tapezella*; erstere Art ernährt sich als Larve von Pelzwerk und Wolle und ist von einem etwas abgeplatteten, vorn und hinten offenen, von abgenagten zusammengesponnenen Theilen gebildeten Sack umgeben, in welchem das Thier sich auch verpuppt; die Larve der anderen, etwas grösseren Art bildet oft aussen an Pelzwerk u. Aehnl. lange Röhren von einem dünnen Gespinnste, innerhalb deren sie sich fortbewegt; der von der Röhre überdeckte Theil des Felles oder wollenen Stoffes wird oberflächlich von der Larve abgenagt.

2. Die Wickler (*Tortricidae*) sind im Ganzen etwas grösser als die Motten, mit breiteren, kurzgefransten Flügeln. Der Name „Wickler" bezieht sich darauf, dass die Larven häufig — übrigens keineswegs bei allen Formen — in und von zusammengesponnenen Blättern leben. Eine Larve, welche man häufig im Kerngehäuse von („wurmstichigen") Aepfeln

---

1) Die Hakenreihe entspricht der inneren Hälfte des Hakenkranzes des Kranzfusses, und der Klammerfuss lässt sich von letzterem ableiten, wenn man sich die äusseren Hälfte des Hakenkranzes verschwunden denkt. — Das hinterste Paar Afterfüsse der Kleinschmetterlinge besitzt übrigens auch keinen vollständigen Kreis von Haken, sondern eine Reihe, in welcher die Haken nach vorn gebogen sind.

findet, gehört einer Art dieser Abtheilung an (*Tortrix pomonana*); andere Arten sind wichtige Forstschädlinge (*Tortrix buoliana*, Kieferntriebwickler u. a.).



Fig. 223. Eine *Psyche*. *a* Männchen, *b* männliche Puppe, *c* Weibchen, *d* weibliche Puppe, *e* Sack mit einem Weibchen, *f* Sack mit einer männlichen Larve. — Nach Taschenberg.

3. Die Holzbohrer (*Xylotropha*) sind eine kleine Familie, deren Mitglieder sich von anderen Kleinschmetterlingen durch ihre in der Regel weit bedeutendere Grösse unterscheiden. Dazu gehört der *Cossus ligniperda* (Weidenbohrer), ein grosser bräunlich-grauer Schmetterling (von ca. 80 mm Flügelspannung), dessen etwas abgeplattete, fast kahle, auf dem Rücken rosenrothe Larven sich in Pappeln, Weiden und anderen Laubhölzern Gänge nagen. Ferner die wespenähnlichen Glasflügler (*Sesia*) mit durchsichtigen, fast schuppenlosen Flügeln, deren weissliche Larven in Bäumen oder in den Stengeln strauchartiger Pflanzen leben.

4. Die Sackträger (*Psyche*) zeichnen sich durch die grosse Verschiedenheit der Männchen und Weibchen aus: letztere sind madenförmig, Flügel und Beine fehlen, während erstere wie gewöhnliche Schmetterlinge aussehen. Die Larven sind von einem Sack umgeben, welcher von Pflanzentheilen oder Sandkörnchen zusammengesponnen ist; in diesem bleibt auch das Weibchen liegen. Eine Art dieser Gattung, die *Psyche helix*, welche eine aus feinen Sandkörnchen gebildete, spiralige Hülle besitzt, pflanzt sich in der Regel parthenogenetisch fort, Männchen erscheinen nur hin und wieder.

2. Unterordnung. **Grossschmetterlinge** (*Macrolepidoptera*).

Die Larven mit Klammerfüssen und nach unten gerichtetem Kopfe; sie leben frei an Pflanzen und ernähren sich von Blättern. Die Puppen ohne Stachelquerreihen am Hinterleibe. Die ausgebildeten Insekten sind gewöhnlich Thiere von ansehnlicher Grösse.

1. Die Spinner (*Bombycidae*) sind plumpe Schmetterlinge mit matten, gedämpften Farben, meistens etwas verwischter Zeichnung; die Flügel sind breit, in der Ruhe sind sie dachförmig gestellt; die Fühler beim Männchen doppelt gekämmt, beim Weibchen borstenförmig oder gezähnt; der Rüssel klein. Die Larven sind in der Regel, und zwar oft sehr stark, behaart; die Puppe ruht in einem Cocon, welcher entweder aus Gespinnst allein oder aus Gespinnst und abgestossenen Haaren der Larve etc. gebildet ist. Die Spinner sind Nachtthiere, deren Männchen umherfliegen und die still sitzenden, sehr schwerfälligen Weibchen aufsuchen; letztere sind bei einigen Arten nur mit rudimentären Flügeln ausgestattet. — Zu den Spinnern gehört der aus China stammende Seidenspinner (*Bombyx mori*), dessen Puppengespinnst die Hauptmasse der Seide abgiebt, welche zu industriellen Zwecken verwendet wird;

die Imago ist weiss, die Larve kahl und (von allen anderen Spinnerraupen abweichend) mit einem kleinen Horn am Hinterende des Körpers versehen. Auch von mehreren anderen Spinnern wird Seide gewonnen. Andere Spinner gehören zu den gefährlichsten Feinden der Nadelholz-Cultur: Kiefernspinner (*Bombyx pini*) und Nonne (*B. monacha*). — Mit den Spinnern verwandt sind die „Eulen" (*Noctuidae*) mit borstenförmigen (beim Männchen oft gezähnten) Fühlern, ziemlich schmalen Flügeln, wohlentwickeltem Rüssel; die Larven in der Regel kahl. Gewisse Eulenraupen (z. B. die Larve der Saateule, *Agrotis segetum*) sind oft durch Frass an jungen Pflanzen, an Rüben, Kartoffeln etc. schädlich.

2. Die Spanner (*Geometridae*) sind den Spinnern im Habitus ziemlich ähnlich, mit breiten (dünneren) Flügeln, borstenförmigen (beim Männchen oft gekämmten) Fühlern. Sie sind besonders im Larvenstadium charakteristisch, indem die fast kahle Raupe von Afterfüssen nur die beiden hintersten Paare besitzt; die Bewegung ist egelartig mit abwechselnder Streckung und Beugung des Körpers (die Brustfüsse und die Klammerfüsse fungiren resp. wie der vordere und der hintere Saugnapf eines Egels). Auch zu den Spannern gehören Arten, deren Weibchen mehr oder weniger rückgebildete Flügel besitzen (Fig. 208).

3. Die Schwärmer (*Sphingidae*) haben einen kurzen, spindelförmigen Körper mit kegelförmig zugespitztem Hinterleibe, langen, schmalen Vorderflügeln, kleinen Hinterflügeln, langem Rüssel, zugespitzten, im Querschnitt dreieckigen Fühlern; die Flügel liegen in der Ruhe wagerecht. Es sind grosse, ausgezeichnet fliegende Schmetterlinge, deren kahle Larven hinten auf dem Hinterleibe ein gekrümmtes Horn tragen.

4. Die Tagfalter (*Rhopalocera*) haben einen schmächtigen Körper, gekeulte Fühler, breite Flügel, welche in der Ruhe aufrecht, zusammengeklappt gehalten werden; sie besitzen prächtige reine Farben und fliegen bei Tage. Die Larven sind oft mit verästelten, stachelartigen Auswüchsen versehen; sie sind übrigens nackt oder wenig behaart. Die Puppen sind durch ihren merkwürdig kantigen Körper charakterisirt; in der Regel sind sie nur durch einen einzigen Seidenfaden um den Leib herum festgeheftet, seltener liegen sie in einem losen Cocon. Dazu gehören, um ein paar der bekanntesten Formen anzuführen, die Kohlweisslinge (*Pieris brassicae* u. a.) mit weissen Flügeln mit wenigen dunklen Flecken (die behaarten Larven, Kohlraupen, auf Kohl) und der Nesselfalter oder „kleine Fuchs" (*Vanessa urticae*) mit rothbraunen, schwarzgefleckten Flügeln (die stachligen Larven leben auf Brennnesseln).

7. Ordnung. **Zweiflügler** (*Diptera*).

Die Zweiflügler sind Insekten mit vollkommener Metamorphose, verkümmerten Hinterflügeln und mit saugenden Mundtheilen. Der Kopf besitzt ein Paar in der Regel grosser Augen, welche bei den Männchen, bei denen sie am stärksten entwickelt sind, oft oben in der Mittellinie zusammenstossen. Die Fühler sind bei der Mehrzahl (Fliegen) kurz und bestehen dann nur aus drei wohlentwickelten Gliedern (von welchen das letzte jedoch häufig eine Andeutung von einer Zusammensetzung aus mehreren Gliedern aufweist), während sie bei den Mücken lang sind und aus einer grösseren Anzahl Glieder bestehen. Die Mundtheile sind zum Saugen von Pflanzen-

säften oder von thierischen Flüssigkeiten eingerichtet; die Hauptpunkte ihres Baues sind S. 252 aufgeführt. Alle drei Brustringe sind verwachsen; die Vorderbrust ist klein. Von den Flügeln ist das erste Paar, dessen Rippennetz ziemlich spärlich ist, wohlentwickelt, zum Fluge geeignet; die Hinterflügel sind zu kleinen, keulenförmigen Anhängen, Schwingkölbchen (Halteren), rückgebildet, welche während des Fluges in lebhafter Bewegung sind; ihre Function ist nicht sicher festgestellt. Die Beine besitzen ein langes Hüftglied, ein langes erstes Fussglied und oft 2—3 kleine weiche Kissen (Pelotten) am äussersten Fussgliede. Der Hinterleib ist entweder sitzend oder durch eine Einschnürung von der Brust gesondert. — Die Larven sind stets Maden, d. h. die Brustfüsse fehlen; einige derselben besitzen aber noch einen deutlichen, fest chitinisirten, mit Augen, Fühlern und Mundtheilen versehenen Kopf; bei anderen ist dagegen der Kopf nicht ausgeprägt, Augen fehlen, die Fühler ebenso (oder sie sind sehr rückgebildet), die Mundtheile sind durch ein Paar dunkelgefärbter Chitinhaken am Munde (die Vorderkiefer?) repräsentirt. Die Larven leben im Wasser, in faulenden Theilen, in (an) Pflanzen oder als Schmarotzer. Bei denjenigen Zweiflüglern, deren Larven einen ausgebildeten Kopf besitzen, erinnern die Puppen an Schmetterlingspuppen, indem die Anhänge dem Körper dicht angelegt sind; bei denjenigen mit „kopflosen" Maden bleibt die Puppe innerhalb der erhärteten letzten Larvenhaut liegen (Tönnchenpuppe).

1. Die Mücken (*Nemocera*) sind in der Regel schmächtige Thiere mit langen Fühlern, welche bei den Männchen oft mit langen Haaren versehen sind, schmalen Flügeln, langen dünnen Beinen. Hierzu gehören u. a. folgende: Die Stechmücken (*Culex*) haben 14-gliedrige Fühler, welche beim Männchen lang behaart sind; Mittelkiefertaster beim Männchen länger als der Rüssel; nur das Weibchen besitzt Vorderkiefer, sticht und saugt Blut. Die Larven im Wasser; sie besitzen nur zwei Stigmen, welche am Ende eines Fortsatzes (der „Athemröhre") am Hinterende sitzen; die bewegliche Puppe hat vorn am Körper zwei aufrechte Athemröhren; sowohl Larven als Puppen hängen häufig mittels der Athemröhren an der Wasseroberfläche. Die Schnaken oder Bachmücken (*Tipula*) sind grosse Mücken, deren Larven in Wiesen oder in fauligem Holze leben. Die Gallmücken (*Cecidomyia* u. a.) sind sehr kleine, zarte Mücken, deren Larven häufig in Gallen ebenso wie die der Gallwespen leben (eine Gallmücke, *C. fagi*, lebt z. B. in den bekannten spitzen Gallen an Buchenblättern); manche Arten erzeugen übrigens keine Gallen, die Larven leben aber durchweg in lebenden oder abgestorbenen Pflanzen. Bei einigen Arten dieser Gruppe ist Pädogenesis nachgewiesen (vergl.

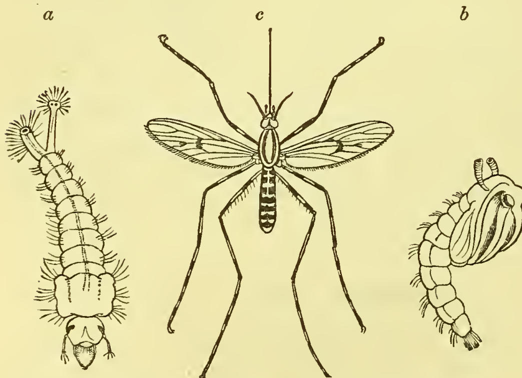


Fig. 224. *Culex*. *a* Larve (Kopf nach unten), *b* Puppe, *c* ausgebildetes Thier. — Nach Taschenberg.

S. 264). Die Kriebelmücken (*Simulia*) sind kleine, fliegenähnliche Mücken, deren Weibchen ebenso wie *Culex* Blutsauger sind; mehrere der berüchtigten „Mosquitos" wärmerer Länder sind Arten dieser Gattung; andere, z. B. die Columbaczer-Mücke (*S. columbaczensis*) in Ungarn, werden zuweilen, wenn sie in grosser Anzahl auftreten, eine ernste Plage des Viehs, indem sie die Weidethiere an dünnhäutigen Stellen stechen, was Entzündung, Fieber, oft sogar den Tod mit sich führen kann. Die Larven der Kriebelmücken leben im Wasser.

2. Die Bremsen (*Tabanidae*) haben am letzten Glied der sogegenannten dreigliedrigen Fühler deutliche Einschnürungen (die Fühler sind somit eigentlich mehr als dreigliedrig). Der Kopf kurz und breit, mit sehr grossen Augen. Oberkiefer nur beim Weibchen. Hinterleib abgeplattet. Die Larven cylindrisch, leben in der Erde. Die Weibchen saugen Blut von Säugethieren, plagen z. B. im Sommer die Pferde sehr.

3. Zu der Familie der ***Muscidae*** gehört eine ungeheure Menge von Fliegenformen, welche darin mit einander übereinstimmen, dass die kurzen, dreigliedrigen Fühler an ihrem Endglied mit einer gegliederten Borste versehen sind; die Unterlippe mit zwei lippenartigen Theilen am Ende; die Schwingkölbchen häufig von einem häutigen, vom Grunde der Vorderflügel entspringenden Lappen überdeckt. Die Larven sind kopflos mit zwei starken Chitinhaken am Munde und zwei grossen Stigmen am Hinterende. Die Stubenfliege (*Musca domestica*), welche über die ganze Erde verbreitet ist, lebt als Larve besonders in Mist (in Stallungen etc.); die blaue Schmeissfliege (*M. vomitoria*) legt ihre Eier (Schmeiss) an Fleisch ab, von welchem die bald nachher ausschlüpfenden Maden sich ernähren; eine verwandte ebenfalls häufig vorkommende Fliege mit gewürfelter Zeichnung am Hinterleib, die „graue Fleischfliege", *Sarcophaga carnaria*, ist lebendig-gebärend, die Larven leben in verwesenden thierischen oder pflanzlichen Stoffen; auch die springenden Maden, welche in altem Käse leben, sind die Larven einer Muscide (*Piophila casei*, Käsefliege). Die Raupenfliegen (*Tachina*) sind der Schmeissfliege und deren Verwandten ähnlich, unterscheiden sich aber durch gröbere Behaarung und einzelne andere Charaktere; die Larven sind Schmarotzer, welche besonders in Schmetterlingsraupen, in ähnlicher Weise wie die Schlupfwespen-Larven, leben, gewöhnlich findet sich jedoch nur ein Exemplar in jedem Wirth.

4. Die Biessfliegen oder Bremen (*Oestridae*) sind mit den Musciden nahe verwandt, unterscheiden sich aber dadurch, dass die

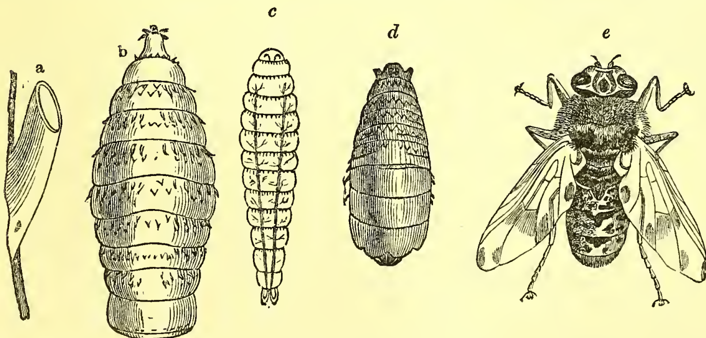


Fig. 225. *Gastrus*. *a* Ei, *b* erwachsene Larve, *c* junge Larve, *d* Tönnchenpuppe, *e* die Fliege. — Nach Taschenberg.

Mundtheile rudimentär sind, da die Imago keine Nahrung zu sich nimmt. Die Larven, welche denen der Musciden ähnlich sind, leben als Schmarotzer in verschiedenen Säugethieren: Die Magenbremen, *Gastrus equi* (und andere Arten derselben Gattung), sind ausserordentlich häufig im Magen des Pferdes; mit ihrem Mundhaken ist die Larve an der Magenwand festgeheftet und ernährt sich von dem an der betreffenden Stelle sich bildenden Eiter; die Eier werden an der Haut des Pferdes abgelegt, die jungen Larven werden vom Pferde abgeleckt, und so gelangt der Schmarotzer in den Magen hinein; die reife Larve geht mit den Excrementen durch den After ab, und die Verpuppung findet in der Erde statt. Die Nasenbreme des Schafes (*Oestrus ovis*) lebt in der Nasenhöhle und den Stirnhöhlen des Schafes; die Hautbremen des Rindes (*Hypoderma bovis*) kommen sehr häufig in geschwürartigen Knoten in der Haut des Rindes vor.

5. Die Lausfliegen (*Hippoboscidae*) bilden eine im Baue und in den Lebensverhältnissen sehr abweichende Gruppe der Zweiflügler. Es sind abgeplattete Thiere mit lederartigem, dehnbarem Hinterleib; einige haben Flügel und Schwingkölbchen, bei anderen fehlen diese Theile; die Brust ist breit, die Beine der einen Seite sitzen weit von denen der anderen, die Krallen sind kräftig, mit je einem kleinen Zahn. Die ausgebildeten Thiere leben als Schmarotzer, Blutsauger, an Säugethieren und Vögeln. Sehr merkwürdig ist die Fortpflanzung: das Ei (es reift auf einmal immer nur ein Ei) bleibt im Eiergang der Mutter liegen, die aus dem Ei schlüpfende Larve wird von einer milchartigen Absonderung gewisser in den Eiergang mündender Drüsen ernährt und verlässt den Eiergang der Mutter erst, wenn sie ihre definitive Grösse erreicht hat, um sich gleich nach der Geburt zu verpuppen. Auf dem Pferd (und Rind) findet man die lebhafte, geflügelte *Hippobosca equina*, auf Schafen in der Wolle den flügellosen *Melophagus ovinus* (Schaflaus). — Dieselbe Fortpflanzungsweise besitzt auch die nahe verwandte kleine, blinde, flügellose Bienenlaus (*Braula coeca*), welche auf Honigbienen schmarotzt.

In die Nähe der Zweiflügler stellt man gewöhnlich, wahrscheinlich übrigens mit Unrecht, die **Flöhe** (*Aphaniptera*). Der Körper dieser Thiere ist zusammengedrückt, die Farbe hellgelb bis dunkelbraun, der Kopf klein mit einem einzigen Punktauge auf jeder Seite (statt der zusammengesetzten Augen), die Fühler klein, gekeult, in einer Grube hinter den Augen liegend. Die Mundtheile sind zum Saugen eingerichtet, von denen der Zweiflügler aber etwas abweichend gebildet: die eigentliche Saugröhre besteht aus der sehr langen, an ihrer Unterseite rinnenförmig ausgehöhlten Oberlippe und den beiden Vorderkiefern, welch letztere zusammen eine nach oben offene Halbrinne bilden; die Mittelkiefer sind kurz, zugespitzt, mit einem 4-gliedrigen Taster von bedeutender Länge versehen und bilden zusammen mit der Unterlippe, welche zwei 3-gliedrige Taster trägt, eine Art Scheide um die eigentliche Saugröhre; ein Hypopharynx fehlt. Es sind drei deutlich unterschiedene Brustringe vorhanden, welche drei Paar lange,

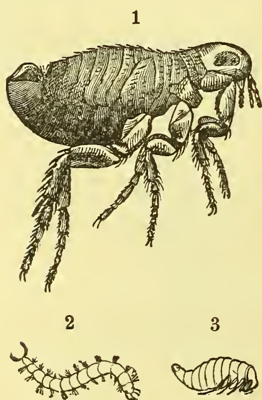


Fig. 226. *Pulex irritans*. 1 Imago, 2 Larve, 3 Puppe. — Nach Taschenberg.

kräftige Beine (die Hinterbeine sind etwas stärker als die anderen) mit ungewöhnlich grossen Hüften und 5-gliedrigen Füssen tragen; Flügel fehlen. Sie leben als Schmarotzer an Säugethieren und Vögeln. — Den Larven fehlen Augen und Beine, der weissliche Körper ist cylindrisch, etwas behaart, die Mundtheile sind beissend; vor der Verpuppung spinnen sie einen Cocon. Sie leben in Kehricht u. Aehnl. — Auf dem Menschen lebt *Pulex irritans*, an verschiedenen anderen Thieren kommen andere Arten derselben Gattung vor. In den tropischen Gegenden von Amerika lebt der Sandfloh (*Sarcopsylla penetrans*), welcher das Blut des Menschen und verschiedener Säugethiere saugt; das befruchtete Weibchen bohrt sich vollständig in die Haut ein, und der Hinterleib schwillt nachher in Folge der Entwicklung der Eier ausserordentlich an (zur Grösse einer Erbse); die Oeffnung zu der kleinen Höhlung der Haut, in welcher der Floh sitzt, wird von dessen Hinterende ausgefüllt, so dass er bequem die Eier ablegen kann; nach der Eiablage stirbt er ab.

4. Classe. **Spinnenthiere** (*Arachnida*).

Der Körper zerfällt in einen Vorderleib und einen gliedmaassenlosen Hinterleib. Der Vorderleib ist in der Regel ungegliedert, der meistens kurze Hinterleib ist bei einigen gegliedert, bei anderen ungegliedert; zuweilen sind beide Abschnitte durch eine tiefe Einschnürung getrennt (bei den eigentlichen Spinnen), meistens ist aber keine tiefere Trennung vorhanden; zuweilen ist sogar der ganze Körper zu einem einzigen ungegliederten Stück verschmolzen (bei den Milben).

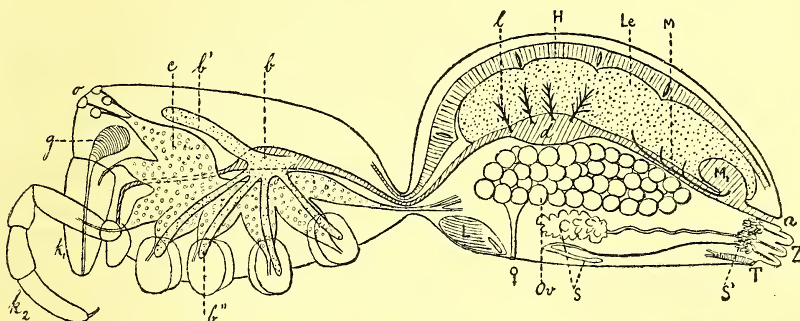


Fig. 227. Schema der Organisation einer echten Spinne. *a* After; *b* Blinddarm des Mitteldarmes, *b'* sein vorderes Ende, *b''* Aeste des Blinddarmes in die (hier abgeschnittenen) Beine; *c* Gehirn, mit der Bauchganglienmasse zusammenhängend, *d* Mitteldarm, *g* Giftdrüse, *H* Herz, k_1 Oberkiefer, k_2 Unterkiefer, *l* Lebergang, *L* Lunge, *Le* Leber, *M* Malpighi'sches Gefäss, M_1 Anschwellung des Enddarmes, in welche *M* einmünden; *o* Augen, *ov* Eierstock, *S* grössere Spinndrüsen, *S'* kleinere do., *T* Oeffnung des Tracheensystems, *Z* Spinnwarzen, ♀ weibliche Geschlechtsöffnung. — Nach Krieger, geändert.

Der Vorderleib ist in der Regel vorn mit einer verschiedenen Anzahl in verschiedener Weise gruppirter Punktaugen, niemals aber mit zusammengesetzten Augen, ausgestattet. Antennen fehlen. Es sind zwei Paar Kiefer vorhanden, welche wir als Ober- und Unterkiefer bezeichnen. Die Oberkiefer, welche vor dem Munde liegen, sind 2—3-gliedrig, von den Vorderkiefern der Insekten (und Krebse) ganz verschieden, bei manchen (z. B. bei den Scorpionen) haben sie die Form

kleiner Scheeren. Die Unterkiefer sind in der Regel beinähnlich, länger oder kürzer; ihr Basalglied ist oft mit einer Art Kaulade versehen, während die übrigen Glieder entweder alle einfach sind und zusammen einen kräftigen Taster bilden, oder die beiden äussersten Glieder sind zu einer grösseren oder kleineren Scheere umgebildet. Hinter den Unterkiefern sind vier Beinpaare (Gangbeine) vorhanden, welche in der Regel alle wesentlich gleichgebildet sind und meistens aus 7 Gliedern bestehen.

Nach der gewöhnlichen Auffassung entspricht der Vorderleib der Spinnenthiere dem Kopf + der Brust der Insekten, der Oberkiefer wird dem Vorderkiefer, der Unterkiefer dem Mittelkiefer der Insekten gleichgestellt, während das vorderste Beinpaar mit den Hinterkiefern (der Unterlippe), die übrigen Beine mit den Beinen der Insekten verglichen werden. Hiergegen spricht aber unter Anderem der Umstand, dass die Oberkiefer der Arachniden von den Vorderkiefern der Insekten total abweichend gebaut sind (aus mehreren Gliedern bestehen etc.); auch sind die Arachniden im Ganzen von den Insekten zu wesentlich verschieden, als dass ein derartiger specieller Vergleich angestellt werden könnte. Ueberhaupt scheint es uns zweifelhaft, ob die Kiefer der Arachniden mit den Kiefern der anderen Arthropoden verglichen werden können; eher könnten es Rumpfbeine sein, welche bei Rückbildung des Kopfes die Functionen der Kiefer übernommen hätten (der Mund wäre dann nach hinten zwischen die Rumpfbeine gerückt [1])).

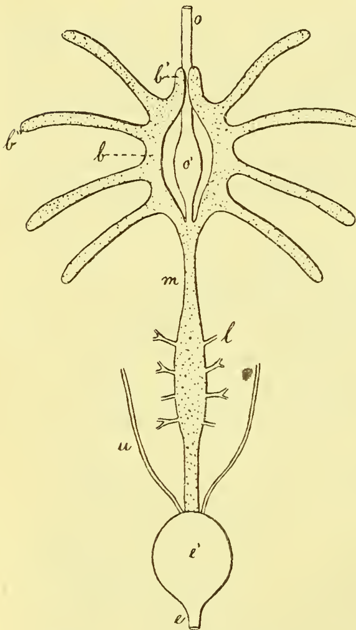


Fig. 228. Darmkanal einer echten Spinne, schematisirt. *b* Blinddarm, *b'* dessen vorderes Ende, *b''* Seitenäste desselben, *e* Enddarm, *e'* Anschwellung desselben, in welche die Malpighi'schen Gefässe einmünden, *l* Lebergänge, *m* Mitteldarm, *o* Speiseröhre, *o'* Anschwellung derselben, welche als Saugapparat dient, *u* Malpighi'sches Gefäss. — Orig.

Die Haut ist bei den meisten Spinnenthieren weniger fest als bei den Insekten, gewöhnlich ist die Chitinhaut lederartig, oft behaart. Von Hautdrüsen müssen besonders die bei gewissen Abtheilungen (Spinnen, Afterscorpionen u. a.) vorhandenen Spinndrüsen hervorgehoben werden. Das Nervensystem besitzt den gewöhnlichen Gliederfüssler-Typus, zeichnet sich aber bei der Mehrzahl dadurch aus, dass alle Bauchganglien zu einer Ganglienmasse verschmolzen sind; nur bei einer geringeren Anzahl (z. B. den Scorpionen) findet man eine Reihe getrennter Bauchganglien. Von höheren Sinnesorganen kennt man nur die oben erwähnten Augen; da aber gewisse Formen einen Laut erzeugen können, ist es sehr wahrscheinlich, dass auch Hörwerkzeuge vorhanden sind. Der Darmkanal zeichnet sich bei manchen Spinnenthieren dadurch aus, dass vom

1) Aehnlich wie bei Limulus, mit welchem die Arachniden übrigens keineswegs — wie von Einigen irrthümlich angenommen — verwandt sind.

vorderen Theil des Mitteldarms mehrere Blindsäcke entspringen, welche sich häufig mehr oder weniger weit in die Beine hinein erstrecken. Bei den echten Spinnen geht jederseits vom Mitteldarm ein starker, gebogener, nach vorn gerichteter Blinddarm aus, welcher vier lange, in den Basalabschnitt der Beine sich erstreckende Aeste entsendet; die vordersten Enden beider Hauptblinddärme legen sich oberhalb des Vorderdarmes dicht an einander (Fig. 228) und verschmelzen an dieser Stelle bei vielen Spinnen. Es finden sich Speicheldrüsen und, im Gegensatz zu den Insekten, bei manchen eine grosse, aus zahlreichen Schläuchen zusammengesetzte Leber, welche ihren Platz im Hinterleib hat. Bei den meisten Arachniden hat man ähnliche Malpighi'sche Gefässe wie bei den Insekten nachgewiesen [1]). Die Athmungsorgane sind entweder durch ein Tracheensystem, welches sich mit einer geringen Anzahl Athemlöcher an der Körperoberfläche öffnet, oder durch sogenannte Lungen repräsentirt; letztere sind Hauteinstülpungen, welche jede wieder mit einer Reihe flacher Ausstülpungen versehen sind, die neben einander ähnlich wie die Blätter eines Buches liegen; jede dieser beiden Formen von Athmungsorganen kann für sich allein oder neben dem anderen bei demselben Spinnenthier vorhanden sein. Das Gefässsystem ist oft besser entwickelt als bei den Insekten; man findet z. B. bei den Scorpionen, welche mit Lungen versehen sind, ähnliche Verhältnisse des Kreislaufs wie bei manchen Krebsen: das Blut fliesst vom Herzen durch eine Anzahl Arterien in den Körper; das venöse Blut sammelt sich in einem grossen Blutbehälter an der Bauchseite und geht von da zu den Lungen, von welchen das jetzt arterielle Blut zu dem das Herz umgebenden Herzbeutel und dann durch die Spaltöffnungen in das Herz tritt; letzteres ist bei den Scorpionen ein langer Schlauch, welcher ebenso wie bei den Insekten in eine Reihe von Abschnitten oder Kammern (8) getheilt ist, jede mit einem Paar Spaltöffnungen. Bei anderen Arachniden ist das Herz kürzer und hat eine geringere Anzahl von Spaltöffnungen, und das Gefässsystem ist weniger vollkommen, das Blut fliesst in grösserer Ausdehnung in Spalten zwischen den Organen. Wie bei anderen Gliederfüsslern ist auch hier beim Weibchen 1 Paar Eierstöcke und beim Männchen 1 Paar Hoden vorhanden; beide Eierstöcke, resp. Hoden, sind häufig theilweise mit einander verbunden, und die Ausführungsgänge münden mit gemeinsamer Oeffnung weit vorn auf der Unterseite des Hinterleibs. Bei den Afterspinnen und den Milben sind die Geschlechtsdrüsen an dem einen Ende verbunden und setzen sich mit dem anderen in die Ei- oder Samenleiter fort, welche sich bald zu einem Eier- oder Samengang vereinigen, der somit von einem ringförmigen, von den Geschlechtsdrüsen und ihren paarigen Ausführungsgängen gebildeten Theil entspringt. Häufig

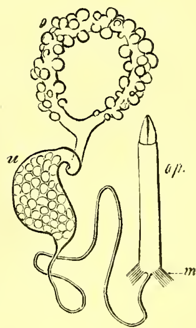


Fig. 229. Geschlechtsapparat einer Afterspinne. *o* Eierstock, *u* Anschwellung des langen Eierganges, *op* Legeröhre, *m* Rückziehmuskeln derselben. — Nach Gegenbaur.

1) Bei verschiedenen Spinnenthieren (Scorpionen, Afterspinnen u. a.) findet sich im Vorderkörper ein Paar ansehnlicher Drüsen, welche meistens im Grundgliede des 3. Beinpaares ausmünden. Sie wurden als Excretionsorgane aufgefasst und als Segmentalorgane gedeutet; ob diese Deutungen aber das Richtige treffen, ist zweifelhaft.

sind Männchen und Weibchen schon äusserlich mehr oder weniger verschieden. Eine Metamorphose durchlaufen die Spinnenthiere selten; die neugeborenen Thiere sind meistens den Eltern ähnlich, zuweilen fehlt jedoch das letzte Gliedmaassenpaar.

Ebenso wie die Insekten sind die Spinnenthiere überwiegend Land- und Süsswasserthiere; manche sind Schmarotzer. Im Meere leben, ausser den Asselspinnen (Pycnogoniden), deren Zugehörigkeit zu den Arachniden nicht unzweifelhaft ist, nur einige wenige Milben.

1. Ordnung. **Gliederspinnen** (*Arthrogastra*).

Die Mitglieder dieser Ordnung, welche eine Anzahl sehr verschiedener Formen umschliesst, zeichnen sich den beiden folgenden Ordnungen gegenüber dadurch aus, dass der Hinterleib deutlich gegliedert ist. Die Oberkiefer sind meistens scheerenförmig. Athmung entweder durch Lungen oder durch Tracheen.

1. Die Scorpione (*Scorpionidae*) besitzen eine gestrecktere Leibesform als die übrigen Spinnenthiere. Der Vorderleib, welcher vom Hinterleib nicht durch eine Einschnürung getrennt ist, trägt oben in der Mitte zwei Augen und vorne jederseits eine kleine Gruppe (2—5) Augen; die Oberkiefer sind kurze, kräftige Scheeren; die Unterkiefer, welche in der Form lebhaft an die grossen Scheerenfüsse eines Flusskrebses erinnern, sind von ansehnlicher Länge (wie die Beine oder mehr) und mit je einer kräftigen Scheere ausgestattet; die 4 Beinpaare sind wohlentwickelt. Von den 13 Segmenten des Hinterleibs sind die 6 hintersten weit schmäler als die vorderen und bilden einen sehr beweglichen Schwanz, welchen das Thier über den übrigen Körper gebogen, mit der Spitze nach vorn gerichtet, trägt. Das hinterste Schwanzglied endet mit einem spitzen Haken, dem Giftstachel, an dessen Spitze sich zwei feine Oeffnungen befinden, die Mündungen zweier Giftdrüsen, welche im vorderen, angeschwollenen Theil des Gliedes liegen. Der After befindet sich in der Gelenkhaut zwischen dem letzten und vorletzten Schwanzglied. Vorne an der Unterseite des Hinterleibs, dicht hinter den Beinpaaren, entspringt ein Paar abgeplatteter, ungegliederter, an ihrem nach hinten gekehrten Rande gekämmter Anhänge, deren Bedeutung unbekannt ist, und dicht bei diesen liegt die Geschlechtsöffnung; an dem breiten Theil des Hinterleibs finden sich noch, gleichfalls an der Unterseite, 4 Paar spaltförmige Stigmen, welche die Oeffnungen ebenso vieler Lungenpaare sind. — Die Scorpione, welche ziemlich grosse Thiere sind, gebären lebendige Junge, die in den ersten Wochen bei der Mutter bleiben; letztere stirbt bald nach-

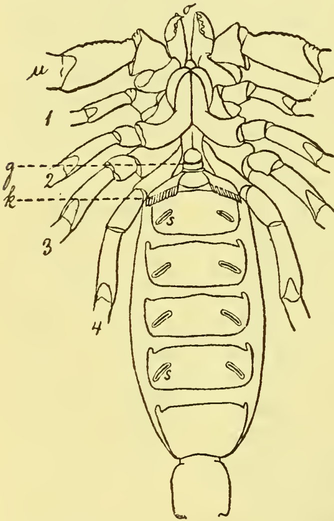


Fig. 230. Scorpion, von der Unterseite; Unterkiefer, Beine und Schwanz nicht vollständig gezeichnet. *g* Geschlechtsöffnung, *k* kammartiger Anhang, *o* Ober-, *u* Unterkiefer, *s* Stigmen, *1—4* die Beine. — Nach M. Edwards.

her ab. Sie leben in den Tropen und den wärmeren Ländern der gemässigten Zone (ein paar Arten in Südeuropa), halten sich an versteckten Stellen auf und ernähren sich von Insekten und Spinnen, welche sie mit den Scheeren ergreifen und durch einen Stich des Giftstachels tödten.

2. Die Afterscorpione (*Pseudoscorpionidae*: Gatt. *Chelifer* u. a.) erinnern auf den ersten Blick lebhaft an die Scorpione, denen sie in der Ausbildung der Ober- und der Unterkiefer ähnlich sind. Sie unterscheiden sich jedoch in manchen Beziehungen. Der hintere Teil des 11-gliedrigen Hinterleibs ist nicht als Schwanz entwickelt, und ein Giftstachel fehlt; weiter ist hervorzuheben, dass sie durch Tracheen athmen, welche sich mit zwei Paar Stigmen auf der Unterseite des Hinterleibs öffnen. Auf dem Vorderleib sind vorn an jeder Seite 1—2 Augen vorhanden, welche jedoch zuweilen fehlen. An der Unterseite des Hinterleibs findet sich vorne, in der Nähe der Geschlechtsöffnung, eine Menge feiner, durchbohrter Spitzen mit den Oeffnungen der Spinndrüsen. Die Eier und nachher die bei der Geburt sehr unvollkommen entwickelten Jungen werden auf der Unterseite des Körpers umhergetragen; erstere sind zu einem kuchenförmigen Gebilde verbunden. Die Afterscorpione (Bücherscorpione) sind kleine Thiere, welche unter Rinde, in Moos, alten Büchern, Insektensammlungen u. ä. Stellen vorkommen; sie ernähren sich von Milben, Bücherläusen etc.

3. Die Afterspinnen (*Phalangiidae*)[1]) haben einen kurzen, gewölbten Körper ohne scharfe Grenze zwischen Vorder- und Hinterleib. Der Vorderleib, welcher aus drei undeutlich gesonderten und unbeweglich verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist, trägt an seiner Oberseite ein Paar Augen, welche ähnlich wie die beiden Mittelaugen der Scorpione gestellt sind; die Oberkiefer sind kleine Scheeren, die Unterkiefer tasterförmig, viel kürzer als die ausserordentlich langen Beine, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass das Endglied in eine grosse Anzahl kleiner Glieder getheilt ist. Der Hinterleib besteht aus 8 undeutlichen Segmenten; er ist vorn mit einem Stigmenpaar versehen, welches in ein Tracheensystem hineinführt. Den Afterspinnen eigenthümlich ist das lange, vorstreckbare Begattungsorgan des Männchens und die ebenfalls lange, ausstülpbare Legeröhre des Weibchens; die Geschlechtsöffnung hat ihren Platz weit vorn. Die Afterspinnen (auch „Weberknechte“ etc. genannt), welche beim ersten Anblick an langbeinige Spinnen erinnern, trifft man häufig bei menschlichen Wohnungen.

2. Ordnung. **Echte Spinnen** (*Araneïna*).

Die Spinnen sind dadurch von den übrigen Arachniden zu unterscheiden, dass Vorder- und Hinterleib durch eine tiefe Einschnürung von einander getrennt sind. Beide sind ungegliedert; doch zeigt das neugeborene Junge Andeutungen einer Gliederung des Hinterleibs. Der Vorderleib trägt vorn eine Gruppe von 6—8, in verschiedener Weise geordneten Augen. Die Oberkiefer sind aus einem einfachen, starken Grundglied und einem krallenförmigen Endglied, an dessen Spitze eine Giftdrüse ausmündet, zusammengesetzt. Die Unterkiefer sind tasterförmig mit breiterem Grundglied; das Endglied ist beim er-

1) Bei der Darstellung ist von einzelnen abweichenden Formen abgesehen.

wachsenen Männchen derartig umgebildet, ausgehöhlt etc., dass es geeignet ist, den Samen von der Geschlechtsöffnung des Männchens in diejenige des Weibchens zu übertragen; es ist oft sehr complicirt gebaut. Die Beine sind recht kräftig, oft von ansehnlicher Länge. Der Hinterleib ist vorn auf der Unterseite stets mit einem Paar Stigmen versehen, welche in je eine Lunge führen; bei einer geringeren Anzahl Spinnen findet sich hinter diesem Stigmenpaar noch ein zweites, welches entweder (z. B. bei den Vogelspinnen) in ein ähnliches Lungenpaar oder (z. B. bei der Wasserspinne) in ein Tracheensystem führt. Bei den meisten Spinnen fehlt jedoch letzteres Stigmenpaar; anstatt dessen besitzen sie dann weiter hinten, dicht vor den Spinnwarzen, ein unpaares Stigma, welches in ein verschieden ausgebildetes System von Tracheen führt. Die Mehrzahl der Spinnen besitzen somit sowohl Tracheen als Lungen, eine geringere Anzahl nur Lungen, dann aber 4. Am Hinterende, unterhalb des Afters, finden sich 4—6 Spinnwarzen, ziemlich grosse Fortsätze, welche mit einer kleineren oder grösseren Anzahl (bei der Kreuzspinne zusammen ca. 700) kurzer, feinster Röhrchen besetzt sind, welche jedes an der Spitze die Ausführungsöffnung einer im Hinterleib gelegenen Spinndrüse trägt. Die Spinndrüsen können bei demselben Thier verschieden gebaut sein und verschiedenes Secret liefern; wenn letzteres durch die Röhrchen hinausgepresst wird, erhärtet es zu feinen Fäden; bei manchen Spinnen, welche Fangnetze bilden, bleiben einige Fäden klebrig. Mittels der Füsse werden die feinen Fäden zu gröberen zusammengesponnen; bei allen Spinnen wird das Gespinnst zu einer Hülle um die Eier verwendet, bei manchen werden ausserdem aus demselben Fangnetze, Wohnungen u. dergl. gebildet. Die Geschlechtsöffnung befindet sich vorn zwischen dem ersten Stigmenpaare. Die Männchen sind oft kleiner als die Weibchen, zuweilen ist sogar der Unterschied so gross, dass jene, welche übrigens den gewöhnlichen Bau besitzen, als Zwergmännchen zu bezeichnen sind. Die Spinnen, welche sich besonders von Insekten ernähren, die sie mit den Oberkiefern tödten, sind eine sehr artenreiche, aber einförmige Abtheilung, welche auch in den Ländern der gemässigten Zone reich vertreten ist.

Als Beispiele führen wir an: die Vogelspinnen (*Mygale*), grosse, dicht behaarte, mit 4 Lungen versehene tropische Thiere, welche sogar kleine Wirbelthiere anfallen und verzehren; die gemeine Kreuzspinne (*Epeira diadema*), welche ebenso wie die Hausspinne (*Tegenaria domestica*) Fangnetze spinnt und oft in und bei Häusern lebt; die Wasserspinne (*Argyroneta aquatica*), welche in kleinen Gewässern häufig ist, baut sich im Wasser ein glockenförmiges Gespinnst, dessen Höhlung mit Luft gefüllt wird, welche das Thier in seiner sammetartigen Körperbehaarung von der Oberfläche des Wassers holt.

3. Ordnung. **Milben** (*Acarina*).

Die Milben sind kleine, häufig sogar mikroskopische Spinnenthiere, deren Vorder- und Hinterleib zu einem in der Regel ungegliederten Stück verschmolzen sind. Sie besitzen 1—3 Paar Augen oder gar keine. Die Mundtheile sind in der Regel kurz, die Oberkiefer meistens scheerenförmig, ebenso bisweilen die Unterkiefer; sie werden bald als Beiss-, bald als Stechwerkzeuge verwendet. Ein Herz ist nur bei einzelnen Milben nachgewiesen; besondere Athmungswerkzeuge fehlen

ebenfalls häufig, bei manchen ist aber ein durch ein Paar Stigmen sich öffnendes Tracheensystem vorhanden. Wenn die Jungen das Ei verlassen, besitzen sie nur drei Beinpaare, das vierte entwickelt sich erst später; auch in anderer Hinsicht können die Jungen mehr oder weniger von den Erwachsenen abweichen. Manche Milben verfallen vor den Häutungen in einen Zustand der Ruhe. *moulting*

Die Geschlechtsöffnung befindet sich wie bei anderen Arachniden vorn auf der Unterseite des Hinterleibs. Bei einigen Milben (*Tyroglyphus*, wahrscheinlich auch bei den Krätzmilben) ist aber beim Weibchen ausser der gewöhnlichen Geschlechtsöffnung noch eine zweite, hinten dicht oberhalb des Afters gelegene Oeffnung des Geschlechtsapparats vorhanden, durch welche der Samen bei der Begattung aufgenommen wird, während die vordere als Ausführungsöffnung der Eier verwendet wird.

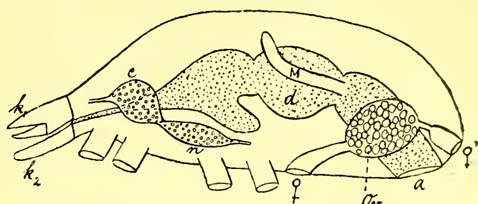


Fig. 231. Schema der Organisation eines *Tyroglyphus*; Beine abgeschnitten. *a* After, *c* Gehirn, *d* Mitteldarm, k_1 Ober-, k_2 Unterkiefer, *M* Malpighi'sches Gefäss, *n* Bauchganglienmasse, *Ov* Eierstock; ♀ Ausführungsöffnung der Eier, ♀' Begattungsöffnung. — Orig.

1. Die Laufmilben (*Trombidium*) sind rothe, fein sammetartig behaarte, viereckige Thiere, von denen einige zu den grössten Milben gehören; ihre Jungen leben als Schmarotzer an Weberknechten, Spinnen und Insekten; die Erwachsenen sind Räuber. — Die Wassermilben (*Hydrachna* u. a.) sind rundliche, oft rothgefärbte Thiere, welche vermittels der behaarten Beine im Wasser umherschwimmen; die sechsbeinigen Larven kommen als Schmarotzer an Wasserinsekten vor, während die Erwachsenen meistens frei leben (eine Art dieser Abtheilung schmarotzt im erwachsenen Zustande zwischen den Kiemen von Süsswassermuscheln). — An Käfern, Hummeln u. A. findet man häufig Arten der Gatt. *Gamasus* (Käfermilbe), kleine Thiere mit einem ovalen, abgeplatteten, ziemlich festen, bräunlichen Körper; sie laufen frei auf dem Wirthe umher. Eine verwandte, aber dünnhäutigere Milbe, die gemeine Vogelmilbe (*Dermanyssus avium*), kommt an Vögeln (Hühnern, Kanarienvögeln) vor, deren Blut sie saugt; ähnlich wie die Bettwanze ist sie ein temporärer Parasit, welcher Nachts die Vögel heimsucht. — Die Zecken (*Ixodes*) sind abgeplattete Milben mit einem ziemlich festen, aber sehr erweiterungsfähigen Hautskelet, welche umherstreifen und sich an Säugethiere, Vögel und Kriechthiere festheften, um Blut zu saugen; wenn das Weibchen sich mit Blut vollgesogen hat, ist es vielmals grösser als vorher. — Die Arten der Gattung *Tyroglyphus* (Käsemilbe, Mehlmilbe) leben in altem Käse, Mehl und vielen anderen halbtrockenen organischen Substanzen; es sind weissliche, glänzende, fast mikroskopische Thierchen. — Alle hier angeführten Milben, mit Ausnahme von Tyroglyphus, besitzen Tracheen.

2. Die Krätzmilben (*Sarcoptidae*) sind mikroskopische, blinde, tracheenlose Milben, meistens mit Saugnäpfen an der Spitze der Füsse; sie leben als stationäre Schmarotzer an Säugethieren und Vögeln und ernähren sich entweder von ausgeschwitzter Lymphe oder von Oberhautgebilden. Es ist interessant, dass die Männchen, welche von den Weib-

chen meistens erheblich verschieden sind, sich mit letzteren begatten, ehe diese ihre definitive Form erreicht haben und während der Eierstock noch gar nicht ausgebildet ist. Hierzu gehört die Krätzmilbe des Menschen, *Sarcoptes scabieï*, welche in der Oberhaut Gänge nagt; das Weibchen hat Saugnäpfe an den beiden vorderen Fusspaaren, das kleinere Männchen ausserdem noch am vierten Paar. Verschiedene nähere und entferntere Verwandte leben in und an der Haut bei anderen Säugethieren und bei Vögeln und erzeugen die als Räude bezeichneten Krankheiten. In den Haarbälgen an der Nase des Menschen findet man sehr allgemein eine eigenthümliche mikroskopische Milbe von gestreckter Leibesform und mit ganz kurzen Beinen ohne Saugnäpfe: die Haarbalgmilbe (*Demodex folliculorum*); sie ist ganz unschädlich, während eine Varietät derselben Art, welche auf dem Hunde lebt, bei diesem Thiere ein sehr ernstes Hautleiden verursacht.

3. Die Gallmilben (*Phytoptus*) sind mikroskopische Milben mit gestrecktem Körper, welche besonders dadurch von anderen Milben leicht zu unterscheiden sind, dass sie nur zwei, und zwar die beiden vorderen Beinpaare besitzen. Die Gallmilben saugen Pflanzensäfte und erzeugen dadurch an sehr vielen, besonders holzartigen, Pflanzen verschiedenartige Missbildungen der Blätter und Knospen: Filzflecken, Beulen, Beutelgallen, Umrollungen der Blattränder etc.

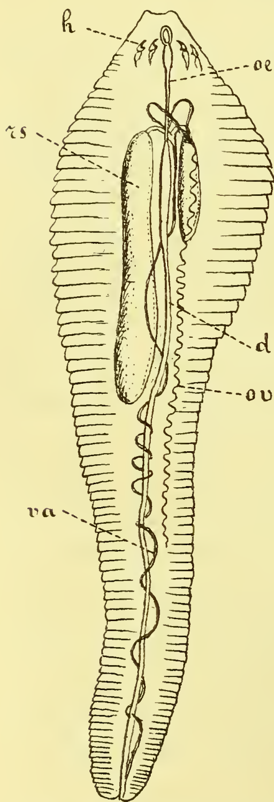


Fig. 232. Weibchen von *Pentastomum taenioïdes*. *d* Darm, *h* Haken, *oe* Speiseröhre, *ov* Eierstock, *rs* Samenblase, *va* Eiergang. — Nach Leuckart.

Anhang zu den Spinnenthieren.

Die drei im Folgendeu zu erwähnenden, sehr eigenthümlichen kleinen Gruppen werden in der Regel alle den Arachniden zugerechnet. Ihre systematische Stellung ist aber nicht sicher festgestellt, wenn es auch — wenigstens für die beiden ersteren — als wahrscheinlich gelten muss, dass sie mit den Arachniden am nächsten verwandt sind. Unter allen Umständen sind sie aber so abweichend, dass sie am besten anhangsweise zu behandeln sind.

Die **Pentastomen** oder Zungenwümer (*Pentastomum*), welche als Schmarotzer in verschiedenen Wirbelthieren leben, sind Thiere von recht ansehnlicher Grösse, welche auf den ersten Blick kurzgliedrigen Bandwürmern ähnlich sind. Der Körper ist gestreckt, in der Regel abgeplattet, durch Querfurchen in eine grosse Anzahl kurzer Glieder getheilt (die Gliederung ist übrigens nur im Aeusseren des Thieres, keineswegs im Innern ausgesprochen); von Gliedmaassen bemerkt man nur zwei Paar Chitinhaken vorn nicht weit von der Mundöffnung. Der Darmkanal ist ein gerader Schlauch, der After befindet sich am Hinterende des Thieres. Die Geschlechtsöffnung des Männchens liegt weit vorn an der Bauchseite, die des Weibchens dicht am After; die Geschlechtsorgane erinnern an die der Arach-

niden. Das centrale Nervensystem ist auf einen Nervenknoten unterhalb des Schlundes und einen von dem Knoten entspringenden Ring um letzteren reducirt. Sinnesorgane, Athmungs- und Kreislaufsorgane fehlen. — Hierzu gehört *Pentastomum taenioïdes*, welches in geschlechtsreifem Zustande in der Nasenhöhle und den Stirnhöhlen des Hundes und Wolfes lebt (♀ 8 cm und mehr, ♂ 2 cm lang). Die Eier, welche mit dem Nasenschleim nach aussen gelangen, enthalten je ein kleines Junges mit zwei Paar kleinen Hakenbeinen. Wenn solche Eier zufällig von einem Hasen oder Kaninchen aufgenommen werden, wird die Eischale in deren Magen aufgelöst, und das kleine Junge dringt in die Leber ein, wo es bedeutend wächst, aber die Geschlechtsreife nicht erreicht (auch bei verschiedenen anderen Säugethieren und beim Menschen werden hin und wieder in der Leber geschlechtslose Pentastomen dieser Art gefunden); wird eine solche Leber von einem Hunde verzehrt, so wandert der Schmarotzer in die Nasenhöhle ein und entwickelt sich hier vollständig.

Die **Pycnogoniden** oder Krebsspinnen (*Pycnogonidae*) haben einen ganz rudimentären Hinterleib; der Vorderleib ist schmal und in vier Glieder getheilt, von welchen das vorderste zu einem rüsselförmigen Fortsatz verlängert ist, an dessen Spitze der Mund liegt; im Uebrigen trägt der Vorderleib vier Punktaugen, ein Paar meistens scheerenförmige Oberkiefer und ein Paar tasterförmige Unterkiefer (beide Kieferpaare können aber auch fehlen), und ferner vier Paar 8-gliedrige Beine, welche bald plumper, bald sehr langgestreckt sind, stets aber die Hauptmasse des Körpers ausmachen. Beim Männchen findet sich am Grunde des 1. Beinpaares ein Paar gegliederter, beinähnlicher Anhänge, an welchen die Eier befestigt werden; dieselben Anhänge finden sich auch zuweilen beim Weibchen, welches keine Eier trägt. Die Blindsäcke des Darmes erstrecken sich weit in die Beine hinein. Athmungsorgane fehlen, dagegen ist ein Herz vorhanden. Es finden sich ein Paar Eierstöcke resp. ein Paar Hoden, welche sich hinten vereinigen und Aeste in alle Beine hineinsenden; Eier und Samen treten durch eine Oeffnung im zweiten Glied aller oder einiger Beine aus. Die neugeborenen Jungen sind ungegliedert und besitzen nur drei Gliedmaassenpaare, von welchen das vorderste kleine Scheeren darstellt und zu den Oberkiefern des ausgebildeten Thieres wird; das zweite und dritte Paar sind kurz; das letztere scheint zu Grunde zu gehen, während das zweite zu den Unterkiefern umgebildet wird. Zuweilen schmarotzen die Larven in Hydroiden. Die Pycnogoniden leben im Meere, wo sie langsam auf dem Boden umherkriechen; in den nördlichen Meeren findet man sowohl kurzbeinige (*Pycnogonum*) als langbeinige Formen (*Nymphon*).

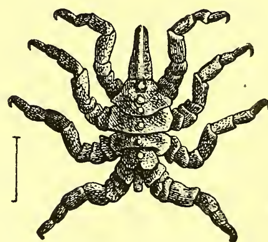


Fig. 233. *Pycnogonum.*

Die **Bärthierchen** (*Tardigrada*) sind mikroskopisch kleine Thiere, welche in Moos, in Dachrinnen, im Süsswasser leben. Sie sind länglich, undeutlich gegliedert und besitzen vier Paar stummelförmige, ungegliederte, an der Spitze mit Krallen versehene Beine, mittels welcher sie langsam umherkriechen. Aus dem Munde können sie ein Paar stiletförmige Stechwerkzeuge hervorschieben. Athmungs- und Kreislaufsorgane fehlen; dagegen besitzen sie ein Paar kleine Augen und ein ziemlich

wohlentwickeltes, aus einem grossen Gehirnganglion und mehreren gesonderten Bauchganglien zusammengesetztes Nervensystem. Die Tardigraden sind getrennten Geschlechts; die Männchen sind weit seltener

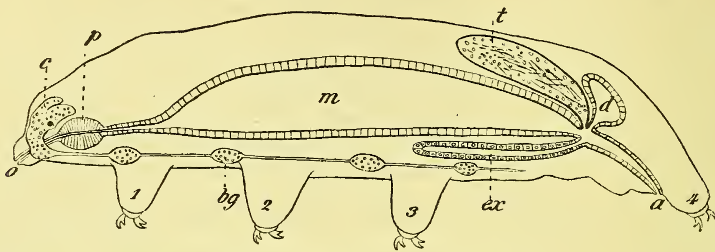


Fig. 234. Schematische Darstellung der Organisation eines B ä r t h i e r c h e n s, ♂, von der linken Seite. *a* After, *bg* Bauchganglion, *c* Gehirn, *d* Drüse, *ex* muthmaassliches Excretionsorgan, *m* Magen, *o* Mund, *p* Schlundkopf, *t* Hoden. *1—4* die vier Stummelbeine. — Orig. (mit Benutzung von Figuren von Plate).

als die Weibchen. Wenn das Wasser in der Umgebung, wo die Tardigraden leben, austrocknet, schrumpfen sie zu einem unansehnlichen Körnchen ein und können in diesem Zustande Jahre zubringen; wenn sie wieder befeuchtet werden, dehnen sie sich aus und leben wieder auf. — Die systematische Stellung dieser kleinen Gruppe ist eine noch unentschiedene, und ihre Unterbringung bei den Arachniden scheint uns kaum das Richtige zu treffen.

7. Kreis. **Weichthiere** (*Mollusca*).

Der Körper ist ungegliedert, von sehr verschiedener Form, ohne gegliederte Anhänge; die Haut weich, oft in grosser Ausdehnung bewimpert, eine Cuticula fehlt oder ist (in der Regel) sehr dünn. Die Leibeswand ist an ihrer Unterseite zu einem musculösen sogenannten Fuss ausgebildet, welcher bald scheibenförmig, bald zusammengedrückt ist und in Folge seines grossen Zusammenziehungsvermögens ein wichtiges Bewegungsorgan bildet. Vorn findet sich ein mehr oder weniger deutlich entwickelter Kopf mit Mundöffnung, oft auch mit Tentakeln (Fühlern) und Augen. Oberhalb des Fusses und des Kopfes befindet sich eine Hautfalte, der Mantel, welcher um das ganze Thier herum verläuft; bei einigen ist er nur ein niedriges Gebräme, bei anderen als eine grosse, blattartige Hautfalte an beiden Seiten des Körpers entwickelt (Muscheln), wieder bei anderen ist er entweder an der Vorder- oder an der Hinterseite des Thieres stärker entwickelt (Schnecken, Tintenfische), so dass zwischen dem Körper und dem Mantel ein taschenförmiger Hohlraum, die Mantelhöhle, entsteht (*k* in Fig. 239 und 268 *B*). Bei der Mehrzahl ist ein grösserer Theil des Körpers von einer offenen Schale umgeben, welche eine Absonderung der Haut ist; sie hängt übrigens nur an einzelnen Stellen mit der Haut zusammen, zum grössten Theil liegt sie nur lose auf der Oberfläche des Körpers des Thieres. Die Schale wird nicht gewechselt (wie die Cuticula der Arthropoden), sondern wird dadurch vergrössert, dass neue Theilchen am Rande abgelagert werden, während sie durch Ablagerung an der inneren Seite verdickt wird; sie besteht aus einer chitinähnlichen (chemisch jedoch von Chitin sehr verschiedenen) Substanz, Conchiolin, welche aber in der Regel mit Kalksalzen (besonders kohlensaurem Kalk) so stark imprägnirt ist, dass letztere dem Gewichte nach die weitaus überwiegende Masse der Schale ausmachen.

Der Darmkanal ist gewöhnlich mit einer grösseren Erweiterung, einem Magen, versehen; der After befindet sich entweder am Hinterende oder ist auf die eine Seite des Thieres gerückt. Gewöhnlich sind Speicheldrüsen, welche sich in die Mundhöhle öffnen, und immer eine wohlentwickelte Leber vorhanden. Bei der Mehrzahl der Weichthiere (mit Ausnahme aller Muscheln) befindet sich auf dem Boden der Mundhöhle ein musculöser Wulst, die Zunge, welche an ihrer Oberfläche mit einem dünnen, festen Häutchen bekleidet ist, an welchem Querreihen feiner, chitinartiger Zähnchen von verschiedener Form

sitzen, deren Spitzen nach hinten gerichtet sind: Radula, Reibplatte. Die Zähne einer Radula-Querreihe können gleichartig sein, häufiger jedoch sind einige anders gestaltet als die übrigen; jede Querreihe ist stets symmetrisch, meistens ist ein Mittelzahn vorhanden, und die übrigen Zähne sind nach beiden Seiten symmetrisch geordnet. Die

Fig. 235.

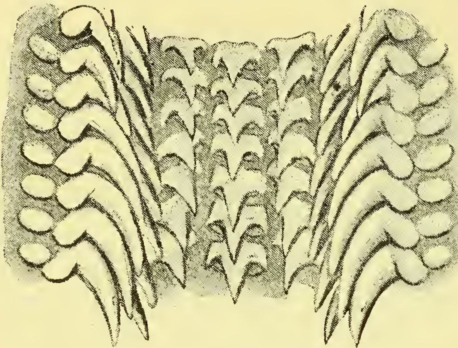


Fig. 236.

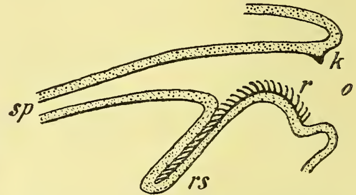


Fig. 235. Stück der Radula eines Tintenfisches. — Orig.

Fig. 236. Längsschnitt der Mundhöhle einer Schnecke, Schema. *k* Kiefer, *o* Mundöffnung, *r* Radula, *rs* Zungenscheide, *sp* Speiseröhre. — Orig.

auf einander folgenden Querreihen sind in der Regel gleich. Das vordere Ende der Radula wird immerfort abgenutzt und abgestossen; das hintere Ende steckt in einem oft sehr tiefen, engen Sack, der Zungenscheide, in welcher hinten neue Zähne gebildet werden; die Radula wird allmählich aus diesem Sacke hervorgeschoben. Ausser diesem für die Weichthiere sehr charakteristischen Gebilde findet man häufig in der Mundhöhle noch andere feste (ebenfalls aus einer chitinähnlichen Substanz bestehende) Theile sehr verschiedener Art, welche sämmtlich als Kiefer bezeichnet werden.

Die Athmungsorgane sind meistens Kiemen von verschiedener Form, welche in der Regel ihren Platz in der Mantelhöhle haben, die deshalb auch häufig als Kiemenhöhle bezeichnet wird. Bei einigen Weichthieren fehlen Kiemen, und die Mantelhöhle kann dann (bei den Lungenschnecken) als Lunge fungiren; bei anderen fehlen besondere Athmungsorgane gänzlich. — Das Gefässsystem ist meistens wohlentwickelt; es sind zahlreiche Gefässe vorhanden, wenn auch das Blut theilweise durch die Spalten zwischen den Organen fliesst. Das Herz besteht aus einem oder zwei (bei Nautilus sogar vier) Vorhöfen, in welche das Blut von den Kiemen (oder der Lunge) her eintritt, und einer dickwandigeren Herzkammer, welche das Blut aus den Vorhöfen empfängt und in den Körper treibt. Das venöse Blut sammelt sich in einem oder mehreren grösseren Blutbehältern, welche die Athmungsorgane mit Blut speisen. — Die Excretionsorgane, die Nieren, sind sackförmige Organe, welche je zwei Oeffnungen besitzen, von welchen die eine an der Oberfläche des Thieres liegt, während die andere in den sogenannten Herzbeutel (Pericardium), einen das Herz umgebenden Abschnitt der Leibeshöhle, hineinführt. Die Zahl der Nieren ist verschieden (1—4); sie entsprechen offenbar den Segmentalorganen der Gliederwürmer [1]).

1) Bei manchen Weichthieren — Cephalopoden, vielen Muscheln, einigen Schnecken — findet man, dass gewisse Partien des den Herzbeutel auskleidenden Epithels

Das Nervensystem ist eigenthümlich; der Typus (Fig. 237 *B*) ist folgender: Oberhalb des vorderen Theiles des Darmkanals liegt ein Paar durch einen Querstrang verbundene Gehirnganglien; von diesen geht jederseits ein Nervenstrang um die Speiseröhre herum zu einem im Fusse liegenden Ganglienpaar, den Fussganglien, welche ebenfalls durch einen Querstrang verbunden sind; hinter den Gehirnganglien liegt jederseits ein Seitenganglion (Pleuralg.), welches durch einen Strang mit dem Gehirn-, durch einen anderen mit dem Fussganglion verbunden ist. Von jedem Seitenganglion entspringt ein meistens langer Nervenstrang, welcher nach hinten durch den Körper läuft und in einem Bogen sich mit dem der anderen Seite vereinigt;

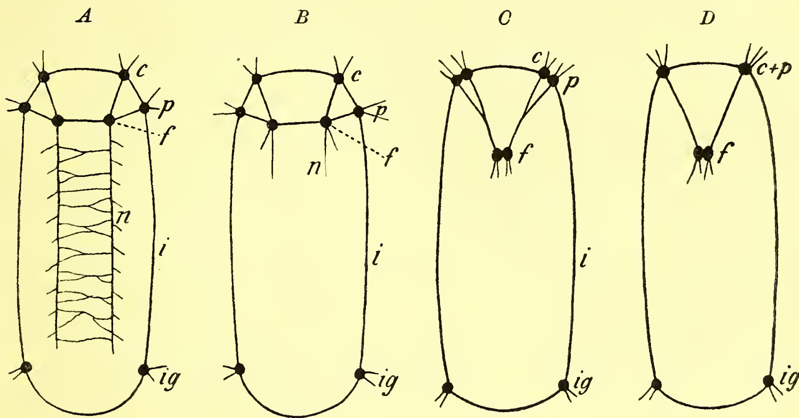


Fig. 237. Schema des centralen Nervensystems verschiedener Weichthiere. *A* einige Schnecken, *B* andere Schnecken, *C*—*D* Muscheln. *h* Gehirn-, *f* Fuss-, *p* Seiten-, *ig* Eingeweideganglien, *i* Eingeweidestrang, *n* Fussnerven. — Orig.

beide Stränge werden zusammen als Eingeweidestrang (Visceralcommissur) bezeichnet. An denselben sind hinten einige Ganglien eingeschoben, die Eingeweideganglien (Visceralg.). Im Einzelnen sind übrigens grosse Unterschiede bei verschiedenen Weichthieren ausgeprägt: die Nervenstränge können lang oder kurz sein, zuweilen so kurz, dass alle Ganglien dicht an einander rücken, einige Ganglien können verschmelzen (Fig. 237 *D*) etc.

Die Gehirnganglien scheinen dem Gehirn der Gliederwürmer zu entsprechen, die Fussganglien dem ersten Bauchganglienpaar derselben; ein Paar Nerven, die Fussnerven (Pedalnerven), welche von den Fussganglien ausgehen und nach hinten verlaufen, und welche bei einzelnen (z. B. bei den Chitonen und gewissen Schnecken, Fig. 237 *A*) sehr kräftig und durch feine Querstränge verbunden sind, entsprechen wahrscheinlich den Bauchnervensträngen der Gliederwürmer. Die Seitenganglien und der Eingeweidestrang wären dann als Neubildungen aufzufassen.

---

eine drüsige Beschaffenheit annehmen; die betreffenden Epithelpartien können Ausstülpungen der Vorhöfe bekleiden oder treten als echt drüsenartige Ausstülpungen der Herzbeutelwand auf etc. Allem Anschein nach haben wir es in den genannten Gebilden, welche mit dem gemeinsamen Namen Pericardialdrüse bezeichnet werden, mit Excretionsorganen zu thun. Die in den Zellen gebildeten Abfallstoffe, welche z. Th. feste Concretionen sind, werden ohne Zweifel durch die Nieren nach aussen befördert.

Bei den Schnecken und Cephalopoden befindet sich am Kopfe ein Paar Augen, welche in der Regel nach einem der in Fig. 20, 2, 4—6 (S. 23) abgebildeten Typen gebaut sind; selten finden sich bei einzelnen Schnecken ausserdem noch Augen an anderen Theilen des Körpers. Bei Chitonen und Muscheln fehlen dagegen die Kopfaugen; wenn bei diesen Thieren Augen vorhanden sind, so liegen sie stets an anderen Theilen des Körpers. Die Weichthiere besitzen ein Paar Gehörbläschen mit einem oder mehreren Kalk-Otolithen (vergl. Fig. 19, S. 22); die Gehörbläschen haben gewöhnlich in der Nähe der Fussganglien ihren Platz, die Nerven, welche zu ihnen gehen (Hörnerven), kommen aber stets von den Gehirnganglien. Als Tastwerkzeuge sind die bei den Schnecken allgemein auftretenden Tentakel aufzufassen; bei anderen Weichthieren fungiren andere Anhänge, Papillen etc. in derselben Weise. Ein oder ein Paar als Geruchsorgane gedeutete Sinneswerkzeuge (besonders ausgebildete Hautpartien) finden sich in der Mantelhöhle der meisten Schnecken und einiger Muscheln; bei den Cephalopoden findet man häufig hinter den Augen ein Paar Gruben, welche in derselben Weise gedeutet werden.

Was die Geschlechtsorgane betrifft, so ist das ursprüngliche Verhältniss bei den Weichthieren derart, dass ein Paar Geschlechtsdrüsen, jede mit ihrem Ausführungsgang, vorhanden sind; manchmal ist aber nur die eine Geschlechtsdrüse und der eine Ausführungsgang vorhanden; oder die Geschlechtsdrüsen sind verschmolzen, die Ausführungsgänge getrennt etc. Uebrigens bietet der Geschlechtsapparat eine grosse Mannigfaltigkeit dar: manche Weichthiere sind hermaphroditisch, andere getrennt-geschlechtlich; oft sind die Ausführungsgänge mit Nebenapparaten versehen; häufig sind eigenthümliche Begattungsorgane verschiedener Art vorhanden etc. (vergl. die einzelnen Classen). — Parthenogenesis ist ebensowenig wie eine ungeschlechtliche Fortpflanzung innerhalb dieser Abtheilung bekannt.

Die Mehrzahl der Weichthiere durchläuft eine Metamorphose; die Larve schwimmt mittels eines sogenannten Segels (*Velum*), einer am Rande mit Wimperhaaren versehenen scheibenartigen Ausbreitung des Kopfes, frei umher, oft ist das Segel nur durch einen am Kopfe angebrachten Kranz von Wimperhaaren vertreten (vergl. die Larven der Borstenwürmer).

Die Weichthiere sind überwiegend Wasserthiere, besonders Meeresthiere; viele Schnecken leben jedoch auf dem Lande, in der Regel an feuchten Stellen. Sie sind nicht allein in der Jetztzeit in einem grossen Reichthum von Formen vertreten, sondern waren auch in früheren Perioden sehr mannigfaltig repräsentirt, und Schalen von Weichthieren gehören zu den häufigsten Fossilien.

1. Classe. **Chitonen** (*Placophora*).

Die Chitonen (Käferschnecken), welche früher unrichtiger Weise zu der folgenden Classe gestellt wurden, sind eine kleine Abtheilung von fast durchweg streng symmetrisch gebauten Weichthieren; von der für die Schnecken so charakteristischen Schiefheit ist hier keine Spur vorhanden. Es sind ziemlich abgeplattete, schwach gewölbte, ovale Thiere, deren Unterseite von einem grossen, scheibenförmigen Fuss eingenommen wird. An der Rückenseite findet sich

eine Reihe von 8 breiten, verkalkten Querplatten, welche einander dachziegelartig überdecken; ebenso wie die kleineren Kalkplättchen, Stacheln und Borsten, welche die Randpartie der Oberseite bedecken, sind es echte Cuticulargebilde. Der Mantel ist nur durch eine niedrige Falte, welche oberhalb des Fusses und des Kopfes um den ganzen Körper herumzieht, repräsentirt (Fig. 268 *A*); er bedeckt eine Reihe federförmiger Kiemen auf jeder Seite. Der nicht sehr ausgeprägte Kopf ist tentakel- und augenlos; dagegen sind bei einigen Chitonen Augen an der Rückenseite des Thieres zerstreut vorhanden; sie sitzen an der Spitze von weichen Hautfortsätzen, welche die Schalenplatten durchbohren, also scheinbar auf den Schalenplatten selbst. — Das Nervensystem ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass zwei von den Fussganglien entspringende, nach hinten verlaufende Nerven (vergl. S. 315) sehr kräftig und durch zahlreiche Querstränge verbunden sind. Es ist eine wohlentwickelte Radula vorhanden; der After befindet sich am Hinterende in der Mittellinie des Thieres. Das Herz liegt oberhalb des Enddarmes; es ist mit zwei Vorhöfen ausgestattet, welche symmetrisch einer an jeder Seite der Herzkammer gelagert sind. Es findet sich ein Paar gestreckte, mit Aesten versehene Nieren, welche in die Mantelfurche, eine an jeder Seite, etwas vor dem After ausmünden. Die Geschlechter sind getrennt; Eierstock und Hoden sind unpaar, die Ausführungsgänge aber getrennt und münden jederseits dicht vor den Nierenöffnungen in die Mantelfurche. Die Larven sind oval, vorn mit einem Wimperkranz (Velum) und zwei (später sich rückbildenden) Augen versehen. — In der Nord- und Ostsee kommen kleinere Arten der augenlosen Gattung *Chiton* vor, in den wärmeren Meeren leben grössere Formen.

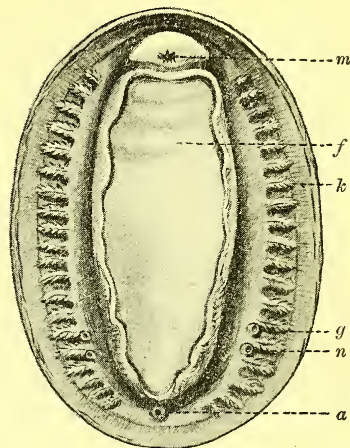


Fig. 238. *Chiton*, von unten gesehen, leicht schematisirt. *m* Mund, *f* Fuss, *k* Kieme, *g* Geschlechts-, *n* Nierenöffnung, *a* After. — Orig.

Zu den Schnecken rechnete man früher auch eine andere kleine Gruppe symmetrischer Weichthiere, nämlich die **Meerzähne** (*Scaphopoda*: Gattung *Dentalium* u. a.), deren langgestreckter Körper von einer kegelförmigen, schwach gebogenen, an beiden Enden offenen Schale umgeben ist. Wir können hier übrigens nicht näher auf den Bau dieser in mancher Hinsicht sehr abweichenden und isolirt stehenden Gruppe eingehen.

2. Classe. Schnecken (*Gastropoda*).

Der Bau der Schnecken wird am leichtesten dem Verständnisse zugänglich, wenn wir uns den Schneckentypus durch Umformung eines Chiton in folgender Weise entstanden denken (vergl. Fig. 268 *A* und Fig. 239): Die Rückenpartie ist stark gewölbt geworden, meistens sogar in einen hohen Sack ausgezogen; der untere Rand der Mantelfalte umgiebt den unteren Theil des Sackes. An der Vorderseite des Sackes

ist die Mantelfurche sehr stark vertieft, so dass wir hier eine tiefe, taschenförmige Höhlung, die Mantelhöhle, finden, deren Oeffnung nach unten gerichtet ist; hinten ist die Mantelfurche niedrig, ebenso wie bei den Chitonen. In den sackförmigen Theil des Körpers sind die meisten Eingeweide (Darmkanal, Leber, Geschlechtsorgane etc.) gerückt, während die untere Partie des Körpers fast ohne Eingeweide ist; der Sack ist von einer Kalkschale umgeben. Das Thier zerfällt in Folge dieser eigenthümlichen Ausbildung naturgemäss in zwei Hauptabschnitte: den weichen Eingeweidesack, dessen untere Grenze durch den Mantelrand bezeichnet wird, und einen unteren Abschnitt, den Unterkörper, mit dem Fuss und dem Kopf.

Fig. 239. Schematische Figur einer Schnecke von der linken Seite gesehen (Schale weggenommen). *a* After, *f* Fuss, *k* Mantelhöhle, *m* Magen, *mu* Schalenmuskel, *o* Mund, *op* Deckel. Ausser den mit Buchstaben bezeichneten Theilen sind auch gewisse Partien des Nervensystems mit eingezeichnet, nämlich Gehirn- und Seitenganglion (oberhalb der Speiseröhre zu sehen) und Fussganglion (unterhalb der Speiseröhre). Die punktirte Linie deutet die Grenze der Mantelhöhle an. — Orig.

Der Kopf ist gewöhnlich ziemlich deutlich ausgebildet; er trägt ein Paar Fühler, Tentakel, welche bei den Landschnecken handschuhfingerartig eingestülpt und in den Kopf zurückgezogen werden können, bei anderen Schnecken nur stark zusammenziehbar sind. Bei einigen Schnecken (Hinterkiemern) findet sich hinter diesen noch ein Paar Tentakel, welche oft in einer Vertiefung verborgen werden können und häufig an der Oberfläche gefaltet sind; sie werden als Geruchsorgane gedeutet (Rhinophoren). Ausserdem findet sich auf dem Kopfe ein Paar meistens kleiner Augen, welche zuweilen an der Spitze besonderer tentakelähnlicher Stiele sitzen (so bei den gewöhnlichen Landschnecken), meistens aber direct am Kopfe ihren Platz haben oder auf die Seite der Tentakel gerückt sind. Der Fuss ist in der Regel

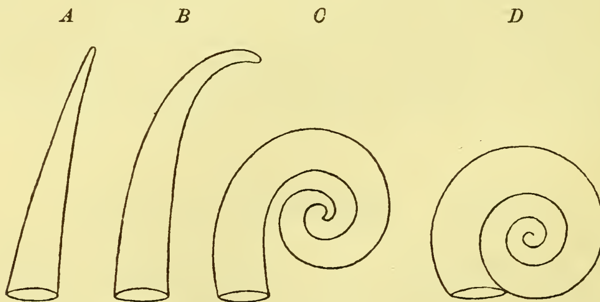


Fig. 240. Verschiedene Formen von Schneckenschalen von der linken Seite gesehen (Schemata). *A—B* schwach gebogen; *C* spiralige Schalenröhre, deren Windungen einander nicht berühren; *D* do., deren Windungen an einander liegen (der gewöhnliche Typus). — Orig.

eine platte, sehr contractile Scheibe, welche die ganze Unterseite des Unterkörpers einnimmt.

Der weiche, dünnhäutige Eingeweidesack ist von einer röhrenförmigen, am einen Ende offenen, am anderen geschlossenen Schale bedeckt, welche gegen die Oeffnung zu allmählich weiter wird. Nur in selteneren Fällen ist die Röhre gerade oder nur schwach gebogen, in der Regel ist sie spiralig gewunden; die Concavität der Spirale entspricht bei den Schnecken stets der Hinterseite des Eingeweidesackes (vergl. Fig. 239). Die einzelnen Windungen der spiraligen Schalenröhre berühren einander fast immer, ja sind sogar innig verbunden. In einigen Fällen ist die Spirale, welche sie bilden, völlig oder annähernd symmetrisch, wie eine Urfeder: scheibenförmige Schalen; in den meisten Fällen ist aber der innerste Theil der Spirale (das geschlossene Ende der Röhre) nach der einen Seite ausgezogen, so dass die Axe der Schalenröhre eine um einen Kegel gewundene Schraubenlinie beschreibt. Die Grundform der meisten Schneckenschalen wird deshalb die Kegelform, wenn auch manche wegen der verschiedenen Gestalt der Schalenröhre etc. von derselben sehr abweichen. Stellt man eine solche Schale derartig auf, dass die Axe des Kegels, die Schalenaxe, senkrecht steht und die Spitze der Schale (das geschlossene Ende der Schalenröhre) nach oben, die Mündung der Schale gegen den Beschauer gewendet ist (Fig. 241), so liegt die Mündung entweder rechts von der Schalenaxe: die Schale wird dann als rechtsgewunden bezeichnet; oder sie liegt links von der

Fig. 241.

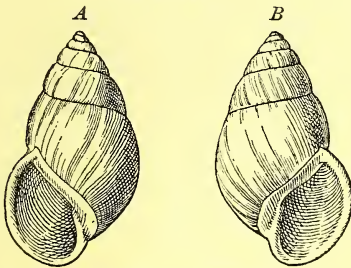


Fig. 242.

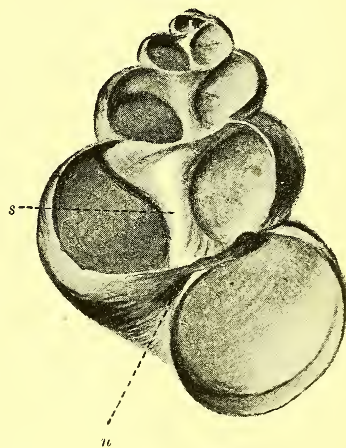


Fig. 241. Die Schalen zweier Exemplare einer tropischen Landschnecke (*Bulimus perversus*), welche bald linksgewunden (*A*), bald rechtsgewunden (*B*) ist. — Nach v. Martens.

Fig. 242. Schale einer Schnecke (*Paludina*), an welcher ein grosser Theil der dem Betrachter zugewendeten Wand weggebrochen ist. *n* Nabel, *s* Spindel. — Orig.

Schalenaxe: dann ist die Schale linksgewunden. Die Schale wird von dem Thiere derartig getragen, dass die Spitze derselben, wenn die Schale rechtsgewunden ist, nach rechts (und nach oben und hinten), wenn sie linksgewunden ist, nach links (oben und hinten) gerichtet ist. Rechtsgewundene Schalen sind weit häufiger als linksgewundene; bei einigen Arten findet man die eine, bei anderen die andere Form; als individuelle Abweichung kann man aber bei Formen, welche normal eine rechtsgewundene Schale besitzen, Exemplare mit linksgewundener Schale treffen; selten ist beides gleich häufig bei derselben Art. Bei einzelnen Schnecken ist die Schalenröhre derartig

gewunden, dass in der Schalenmitte eine grössere von den Windungen umgebene, unten offene Höhlung entsteht; häufiger liegen aber die Windungen derartig an einander, dass dieser Hohlraum, die Nabelröhre, stark eingeengt wird; manchmal ist auch ihre äussere Oeffnung, der Nabel, von der letzten Windung zugedeckt. Diejenigen Theile der Windungen, welche die Nabelröhre zunächst umgeben, bilden zusammen eine Art Säule in der Mitte der Schale: die Spindel (*Columella*).

Das Wachsthum der Schale findet in der Weise statt, dass von dem verdickten Rande des Mantels neue Schalentheilchen abgesondert werden, welche sich an den Rand der Mündung legen und so die Schalenröhre verlängern; das Wachsthum scheint stets mit Unterbrechungen stattzufinden, im Laufe kürzerer Zeit wird ein grösseres Stück gebildet, dann tritt eine längere Periode der Ruhe ein, etc. Derjenige Theil der Wandung des neugebildeten Schalenröhrenstückes, welcher ältere Windungen überdeckt und mit denselben verwächst, ist meistens dünner als der übrige, freie Theil, zuweilen sogar schwierig zu sehen. Ausser der genannten Ablagerung von Schalentheilchen an der Mündung werden auch innen in der Schalenröhre von der ganzen Oberfläche des Eingeweidesackes Kalktheile abgelagert und dadurch die Schale verdickt; die allerältesten engen Windungen an der Spitze der Schale werden in dieser Weise mit Kalk angefüllt; nicht selten werden solche mit Kalk gefüllte Windungen abgestossen. Neben der Neubildung von Schalentheilchen findet man auch häufig eine Resorption älterer Theile der Schale; nicht selten beobachtet man z. B., dass, ehe eine Wachsthumsperiode der Schale anhebt, in der Nähe der Mündung Theile der Oberfläche der alten Schale an denjenigen Stellen aufgelöst, weggeätzt werden, wo das neue Schalenstück sich über ältere hinlegen wird; ferner findet auch tiefer im Innern häufig eine Resorption der versteckten Theile der Schalenröhre statt, wodurch die Scheidewände zwischen zusammenstossenden Windungen stark verdünnt oder sogar völlig aufgelöst werden können. — Die Schale der Schnecken besteht in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk mit einer geringen Menge Conchiolin; an der Oberfläche der Schale findet man häufig eine dünne, unverkalkte, leicht abschilfernde, hornartige Schicht.

Der Querschnitt der Schalenröhre ist verschieden, selten kreisrund, meistens etwas zusammengedrückt, zuweilen sogar spaltförmig. Bei einigen können die jüngeren Windungen die älteren völlig oder fast völlig einhüllen, so dass jene äusserlich nicht oder sehr wenig zu sehen sind. Die Schalenaxe der kegelförmigen Schalen ist bald lang, bald kurz, im letzteren Falle nähert sich die Gestalt der scheibenförmigen. In einigen Fällen sind die Windungen sehr zahlreich, und der Querschnitt der Schalenröhre nimmt ganz allmählich an Grösse zu; in anderen Fällen sind nur wenige, rasch an Umfang zunehmende Windungen vorhanden. Bei nicht wenigen Schnecken nimmt die Mündung, wenn das Wachsthum abgeschlossen ist, eine eigenthümliche Form an, wird verdickt, erweitert etc.; bei anderen hat die Mündung schon bei jüngeren Thieren einen eigenthümlichen (verdickten, stacheligen) Rand, und am Schluss jeder Wachsthumsperiode wird ein neuer Rand gebildet, so dass man an der Schale die älteren Mündungen als besonders hervortretende Theile angedeutet findet. (Ueber den Ausschnitt oder Halbkanal der Schale für die Athemröhre vergl. unten.) Die Schalen sind oft bunt gefärbt, stachelig, mit feinerer oder gröberer Sculptur der Oberfläche etc. Zuweilen ist der

Mantelrand besonders stark entwickelt, schlägt sich über die Schale hinauf und sondert an der Aussenfläche derselben eine glänzende Schicht ab (z. B. bei den Porzellanschnecken, *Cypraea*).

In der Weise, wie wir sie oben geschildert haben, ist die Schale bei der Mehrzahl der Schnecken gebildet. Es giebt aber Ausnahmen. Bei einzelnen Schnecken, z. B. den Wurmschnecken (*Vermetus*), ist die Schalenröhre ganz unregelmässig spiralig gewunden, was damit in Verbindung steht, dass diese Schnecken mit der Schale an fremden Gegenständen festgewachsen sind: die regelmässige Spiralwindung der Schneckenschalen steht offenbar damit in Zusammenhang, dass eine regelmässig spiralig gewundene Schale bequemer von dem Thier zu tragen ist als eine lange gerade oder eine unregelmässig gewundene Röhre. Bei einigen, welche in der Jugend frei lebend, später angewachsen sind, ist die Schale in der ersten Periode regelmässig gewunden, später wächst sie gerade oder unregelmässig aus. — Bei anderen Schnecken kann man von einer Schalenröhre kaum reden, die ganze Schale ist ein einfacher Napf und der Eingeweidesack ein weiches Polster an der Rückenseite (Napfschnecken, *Patella*). — Bei manchen Schnecken sind die Schale und der Eingeweidesack rudimentär oder fehlen völlig; die Eingeweide sind dann in den Unterkörper aufgenommen. In einigen Fällen, in welchen die Schale rudimentär oder schwach entwickelt ist, ist sie ganz oder theilweise von Hautfalten eingeschlossen.

Der Eingeweidesack liegt im Ganzen frei innerhalb der Schale, ist aber an einer einzelnen Stelle mit letzterer fester verbunden, nämlich dort, wo der Schalenmuskel (Spindelmuskel) von der Spindel entspringt. Der Schalenmuskel liegt an der Hinterseite des Eingeweidesackes und zieht von da in den Unterkörper hinab, welch letzteren er, wenn das Thier beunruhigt wird, mit in die Schale zurückzieht.

An der Oberseite des hinteren Theiles des Unterkörpers findet man bei manchen — aber bei weitem nicht allen — Schnecken eine aus Conchiolin, oder Conchiolin und Kalk, bestehende Platte, welche, wenn das ganze Thier in die Schale zurückgezogen ist, einen gewöhnlich dicht schliessenden Deckel (*Operculum*) in der Mündung bildet (indem das Thier sich in die Schale zurückzieht, klappt es den Fuss derartig zusammen, dass die Platte nach unten gerichtet wird). Der Deckel ist an dem Thiere mit seiner Unterfläche festgeheftet und wächst dadurch, dass von der Haut neue Theilchen abgesondert werden, welche sich den älteren anschliessen; zuweilen findet das Wachsthum in der Weise statt, dass der Deckel auf seiner Oberfläche eine Spirallinie zeigt (dies ist aber nur bei einer Minderzahl der Fall).

Mit dem echten Deckel, welcher mit dem Thiere fest zusammenhängt und allmählich wächst, ist der bei einigen Landschnecken vorkommende sogenannte Winterdeckel (*Epiphragma*) nicht zu verwechseln. Letzterer ist eine meistens papierdünne, seltener dickere Platte, welche man z. B. bei den *Helix*-Arten (bei *H. pomatia* ist er sehr dick und fest) in der Mündung der Schale findet, wenn die Thiere im Winterschlaf liegen und sich deshalb in die Schale zurückgezogen haben; sie ist aus einem erhärteten, kalkhaltigen Schleim gebildet, hängt nicht mit dem Thiere zusammen und wird am Ende des Winterschlafes abgestossen, um jedes Jahr aufs Neue gebildet zu werden.

Die Haut ist bei den Schnecken weich und schleimig; der Schleim wird von einzelligen Drüsen abgesondert, welche massenhaft an der Oberfläche des Körpers münden. Bei manchen Lungenschnecken sind ausserdem einige grössere, schleimabsondernde Hautdrüsen vorhanden.

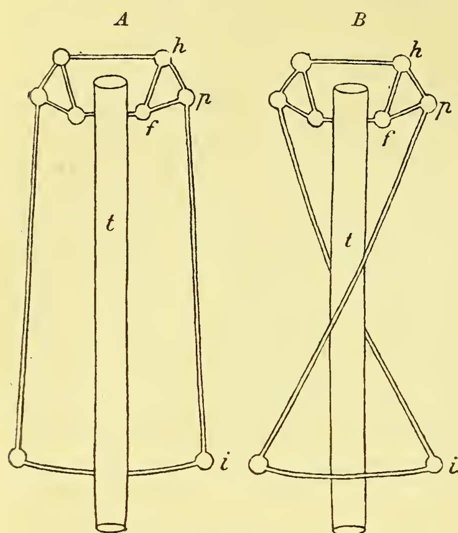


Fig. 243. Hauptpartien des Nervensystems in ihrem Verhältniss zum Darmkanal bei einem Hinterkiemer (*A*) und bei einem Vorderkiemer (*B*); Schemata. *h* Gehirn-, *p* Seiten-, *f* Fuss-, *i* Eingeweideganglien; *t* Darmkanal. — Orig.

Bei den Vorderkiemern findet sich eine eigenthümliche, gefaltete, schleimabsondernde Epithelpartie an der inneren Seite des Mantels, die sogenannte „Schleimdrüse". Bei einzelnen Schnecken sondert diese Drüse ausser Schleim noch eine Flüssigkeit ab, welche durch Einwirkung des Lichts eine violette, sehr dauerhafte Farbe annimmt: „Purpur".

Das centrale Nervensystem besteht aus je einem Paar Gehirnganglien, Fussganglien und Seitenganglien und einer verschiedenen Anzahl Eingeweideganglien, welche in der S. 315 angegebenen Weise mit einander verbunden sind. Bei den Hinterkiemern und den Lungenschnecken verläuft der Eingeweidestrang in einem Bogen nach hinten von einem Seitenganglion zum anderen und hat während des ganzen Verlaufes seinen Platz unterhalb des Darmkanals. Bei den Vorderkiemern dagegen ist der Eingeweidestrang in einer eigenthümlichen Weise um den Darmkanal gewunden und zwar so, dass er, wenn wir von dem vom linken Seitenganglion entspringenden Ende desselben ausgehen, nach rechts und hinten unterhalb des Darmkanals verläuft, um dann umzukehren, oberhalb des Darmkanals querüber nach der linken Seite zu gehen und dann wieder, oberhalb des Darmkanals, nach vorn und rechts zu verlaufen und im rechten Seitenganglion zu enden (Fig. 243 *B*). Diese eigenthümliche Anordnung des Nervensystems, welche Umlagerungen grösserer Theile des Thieres voraussetzt, findet man bei allen Vorderkiemern. — Von den Sinnesorganen haben wir schon oben die Augen erwähnt; für die Gehörorgane ist auf das S. 316 für die Weichthiere im Allgemeinen Bemerkte zu verweisen. Bei den meisten Schnecken findet sich in der Mantelhöhle eine besonders ausgebildete, nervenreiche, oft gefaltete Hautpartie, welche mit einem eigenthümlichen Epithel bekleidet ist; sie hat ihren Platz in der Nähe der Kieme, und wenn zwei Kiemen vorhanden sind, sind auch zwei solche Organe ausgebildet. Es sind zweifellos Sinnesorgane, mit denen wir es hier zu thun haben; sie werden als Geruchsorgane bezeichnet.

In Bezug auf den Darmkanal ist besonders hervorzuheben, dass der After in der Regel an der rechten[1]) Seite in der Mantel-

1) Ebenso wie bei anderen in gewissen Beziehungen asymmetrischen Thieren

höhle, also ganz asymmetrisch, liegt; nur bei einigen wenigen Formen unter denjenigen Schnecken, bei welchen die Schale verloren gegangen ist, kann der After eine symmetrische Lage einnehmen (vergl. die Hinterkiemer). Im Munde ist eine Radula vorhanden, welche bei den verschiedenen Schnecken mancherlei Modificationen darbietet; manche besitzen ausserdem ein Paar Kiefer, welche entweder an der Seite der Mundhöhle sitzen oder oben zusammenrücken, wo sie dann zu einem einzigen (so bei manchen Lungenschnecken) verschmelzen können, oder an der unteren Seite der Mundhöhle vor der Radula zusammenrücken. Bei einem Theil der Schnecken ist die Mundhöhle sehr stark entwickelt und kann als ein langer Rüssel ausgestülpt werden, an dessen Spitze Kiefer und Radula sitzen. Zuweilen findet sich ein mit festen Cuticularplatten ausgestatteter, musculöser Kaumagen. Speicheldrüsen und Leber sind vorhanden. — Das Herz besteht gewöhnlich aus einem Vorhof und einer Herzkammer, von welchen jener das Blut aus der Kieme oder Lunge empfängt; sind zwei Kiemen vorhanden, so finden sich ebenfalls zwei Vorhöfe, einer an jeder Seite der Herzkammer. Das vom Herzen entspringende Arteriensystem ist wohlentwickelt, ebenso die Venen, welche das Blut zu den Kiemen (oder der Lunge) führen; dagegen fehlt ein Capillarnetz, die Aeste der Arterien und Venen stehen durch grosse, bluterfüllte Räume zwischen den Eingeweiden mit einander in Verbindung.

Die Athmungsorgane. Bei einem grossen Theil der Schnecken findet sich eine, seltener zwei Kiemen, welche in der Mantelhöhle links an der inneren Seite des Mantels sitzen; die Kieme ist entweder mit einer oder zwei Reihen von Blättern versehen. Der Eingang zur Mantelhöhle ist ein breiter Schlitz unten an der Vorderseite des Eingeweidesackes; der musculöse Mantelrand legt sich aber in der Regel, mit Ausnahme einer begrenzten Stelle, eng an den Eingeweidesack an, so dass das Wasser nur an der genannten Stelle in die Mantelhöhle eindringen kann. Diese Oeffnung, welche als das Athemloch bezeichnet wird, liegt auf der linken Seite. Bei manchen Vorderkiemern ist derjenige Theil des Mantelrandes, welcher das Athemloch begrenzt, zu einem kürzeren oder längeren Halbkanal, der Athemröhre, ausgezogen, deren Ränder häufig dicht an einander gelegt werden können und so einen vollständigen Kanal erzeugen. Wenn eine Athemröhre vorhanden ist, hat die Mündung der Schale unten (wenn die Schale mit der Spitze nach oben gestellt wird) einen Ausschnitt oder ist zu einem Halbkanal verlängert, durch welchen die Athemröhre hervorgestreckt wird. Das Wasser wird durch Wimperhaare, welche an der Kieme und in der Mantelhöhle sitzen, in Bewegung gesetzt. — Bei einer geringeren Anzahl Schnecken, nackten Hinterkiemern, welche keine Kiemenhöhle besitzen, sind verschieden gestaltete, als Kiemen fungirende Hautauswüchse frei auf der Rückenseite angebracht; bei einigen um den After herum, bei anderen an den Seiten etc. — Bei den Lungenschnecken und einigen der

---

(z. B. bei den Säugethieren) kann auch bei den Schnecken eine Umkehrung der gewöhnlichen Lage der Organe derart, dass alles, was sonst rechts ist, links liegt und umgekehrt, (eine *Inversio viscerum*) vorkommen; es liegt dann der After links statt rechts, und die übrigen Theile nehmen ebenfalls eine der gewöhnlichen entgegengesetzte Lage ein. Dies fällt zuweilen mit Linksgewundensein der Schale zusammen; es kommen aber auch Formen mit linksgewundenen Schalen vor, welche die gewöhnliche Lage der Organe besitzen, also auch den After rechts haben.

Vorderkiemer fehlen Kiemen, die Innenseite des Mantels ist dann aber mit einem Netz von feinen Gefässen ausgestattet, und die Mantelhöhle wird auf diese Weise zu einer Lunge. — Endlich giebt es eine Anzahl Schnecken, denen besondere Athmungsorgane ganz abgehen; dies ist bei nicht wenigen, besonders nackten, Hinterkiemern der Fall.

Bei den Schnecken findet sich meist eine sackförmige Niere mit einer Oeffnung in den Herzbeutel und einer anderen an der Oberfläche; wenn eine Mantelhöhle vorhanden ist, öffnet sich die Niere in letztere, sonst an der rechten Seite des Thieres. Die Niere ist in der Regel an ihrer inneren Oberfläche stark gefaltet, zuweilen ist sie reich verästelt. Selten sind zwei Nieren vorhanden.

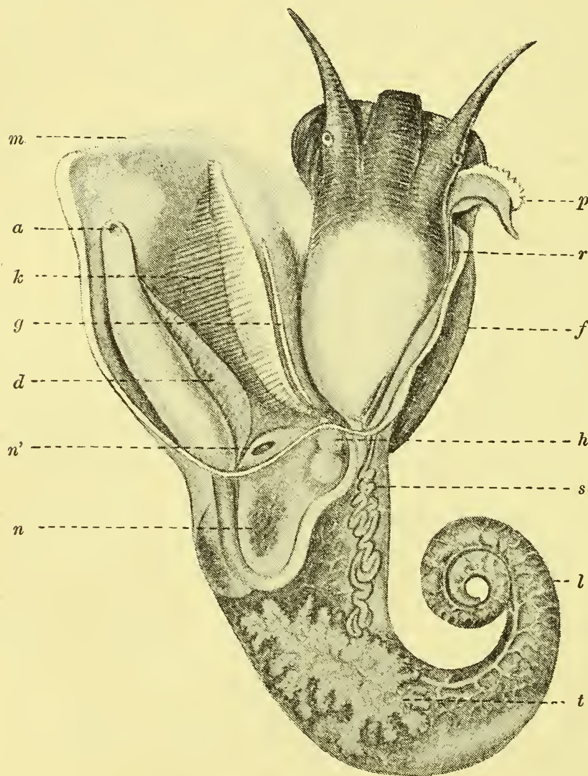


Fig. 244. Männliche Strandschnecke (*Littorina*) aus der Schale genommen, von oben gesehen; der Mantel ist auf der rechten Seite losgeschnitten und nach links gelegt. *a* After, *d* Schleimdrüse, *f* Fuss, *g* Geruchsorgan, *h* Herz, *k* Kieme, *l* Leber, *m* Mantelrand, *n* Niere, *n'* Nierenöffnung, *p* Penis, *r* Samenrinne, *s* Samenleiter, *t* Hoden. — Nach Souleyet, geändert.

Die Geschlechtsorgane (Fig. 246) verhalten sich bei den verschiedenen Gruppen recht verschieden; es ist ihnen jedoch gemeinsam, dass die Geschlechtsöffnung fast immer auf der rechten Seite sich befindet, in der Regel in der Mantelhöhle, wenn eine solche vorhanden ist. Die Vorderkiemer, welche fast immer getrennten Geschlechts sind, bieten die einfachsten Verhältnisse dar. Bei diesen sind der Eierstock und der Hode — welche beide stets nur in der Einzahl vorhanden sind — äusserlich wesentlich übereinstimmend. Der Eileiter ist eine gewundene Röhre, von welcher ein Abschnitt erweitert ist; er öffnet sich in die Mantelhöhle. Der Samenleiter mündet bei den meisten Vorderkiemern an derselben Stelle wie der Eileiter, und von der Geschlechtsöffnung geht dann eine Rinne an der Oberfläche

des Körpers nach dem Penis hin, welcher an der rechten Seite am Kopfe angebracht ist; die Rinne setzt sich am Begattungsorgan bis an dessen Spitze hin fort. Bei anderen Vorderkiemern ist die genannte Rinne zu einem geschlossenen Kanal geworden, und der Samenleiter öffnet sich dann erst an der Spitze des Penis, welcher bei den Vorderkiemern nicht wie bei anderen Schnecken zurückgestülpt werden kann. Anhangsdrüsen der Geschlechtsorgane fehlen in der Regel bei den Vorderkiemern. Die Hinterkiemer und Lungenschnecken sind Zwitter, und Eier und Samen werden in einem und demselben Organ, der Zwitterdrüse, gebildet. Der Ausführungsgang dieser ist bei einigen Hinterkiemern für Eier und Samen gemeinsam, und

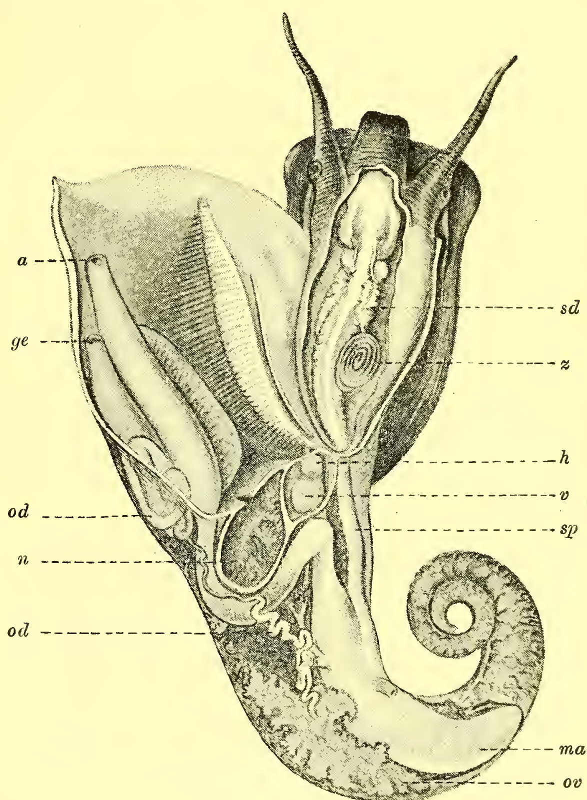


Fig. 245. Weibliche Strandschnecke, ähnlich wie das in Fig. 244 abgebildete Thier behandelt; ausserdem sind Theile der Leibeswand etc. entfernt und einige Organe (Niere, Herzbeutel) geöffnet. *a* After, *ge* Geschlechtsöffnung, *h* Herzkammer, *ma* Magen, *n* Niere, *od* Eileiter, *ov* Eierstock, *sd* Speicheldrüse, *sp* Speiseröhre, *v* Vorkammer, *z* spiralig aufgerollte Zungenscheide. — Nach Souleyet, geändert.

es ist dann auch eine gemeinsame äussere Geschlechtsöffnung vorhanden; von dieser geht eine Rinne an der Haut bis an die Spitze des Begattungsorgans. Bei den meisten Hinterkiemern und bei den Lungenschnecken ist der Ausführungsgang nur theilweise gemeinsam, spaltet sich aber in einigem Abstand von der Zwitterdrüse in zwei Kanäle, einen Eileiter und einen Samenleiter, welche meistens dicht neben einander ausmünden, der Samenleiter an der Spitze eines Penis, welcher also hier mit einem wirklichen Kanal, nicht mit einer blossen Rinne ausgestattet ist. Der Penis kann bei allen Lungenschnecken und Hinterkiemern in das Thier zurückgestülpt werden. Der Geschlechtsapparat besitzt bei diesen Gruppen, besonders aber bei den

Lungenschnecken, zahlreiche Nebenorgane: Eiweissdrüsen (welche das die Eier umgebende Eiweiss erzeugen), Schleimdrüsen (welche während der Paarung Schleim absondern), Samentasche etc.[1]). Die Begattung ist bei den hermaphroditischen Schnecken wechselseitig.

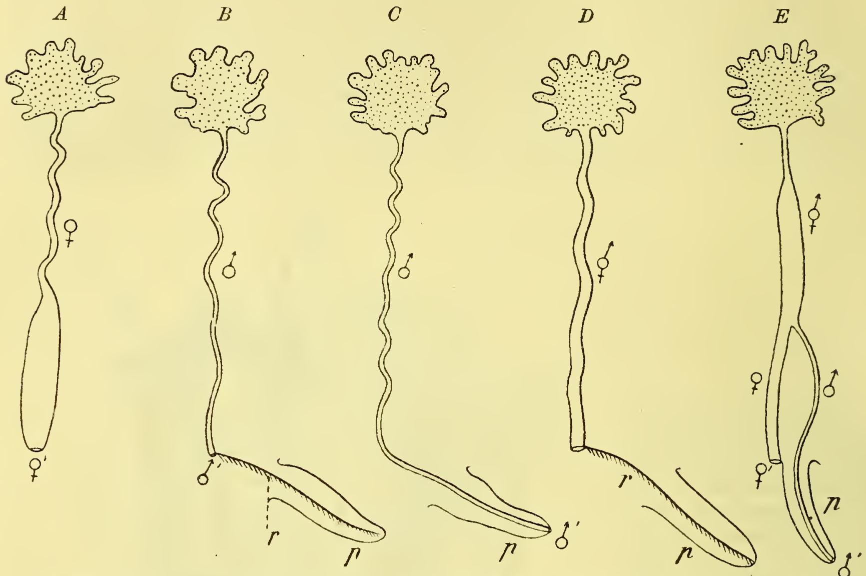


Fig. 246. Geschlechtsorgane verschiedener Schnecken in schematischer Darstellung. Geschlechtsdrüse überall punktirt. *A*—*C* Vorderkiemer, *A* weiblich, *B* und *C* männlich; *D* Hinterkiemer; *E* Hinterkiemer und Lungenschnecken. ♀ Eileiter, ♀' weibliche Geschlechtsöffnung, ♂ Samenleiter, ♂' männliche Geschlechtsöffnung, ⚥ Zwittergang, *p* Penis, *r* Samenrinne. — Orig.

Die auf dem Lande lebenden Lungenschnecken legen ihre Eier in die Erde ab; jedes Ei ist von einer grossen Eiweissmasse umgeben, welche wieder von einer mehr oder weniger verkalkten, runden oder ovalen Schale umschlossen ist; letztere ist häufig derjenigen eines Vogeleies sehr ähnlich. Bei den Süsswasser-Lungenschnecken ist ebenfalls jedes Ei von einer Eiweissmasse und einer allerdings sehr dünnen, durchsichtigen, äusseren Hülle umgeben; zahlreiche in dieser Weise ausgestattete Eier liegen aber in einem gemeinsamen Gallertklumpen (an Pflanzen etc. angeklebt). Aehnlich wie letztere verhalten sich auch die Hinterkiemer und einige Vorderkiemer. Bei den meisten Vorderkiemern (z. B. dem Wellhorn) liegen dagegen mehrere Eier ohne gesonderte Umhüllung in einer gemeinsamen Eiweissmasse, welche von einer lederartigen Eikapsel umgeben ist; die Kapseln, welche in der Regel gruppenweise, zusammengeklebt, liegen, haben sehr verschiedene, oft seltsame Formen. — Einzelne Schnecken aus den Gruppen der Vorderkiemer und Lungenschnecken gebären lebendige Junge: die Eier entwickeln sich im Eileiter.

1) Bei einigen Landlungenschnecken (z. B. bei den gewöhnlichen *Helix*-Arten) findet sich ein sogen. Pfeilsack, eine Ausstülpung des Eileiters dicht an der äusseren Geschlechtsöffnung, in welchem ein Kalkkörper etwa von der Form eines Pfeiles, der „Liebespfeil", abgesondert wird; der Pfeil, welcher während der Begattung hervorgeschossen wird, wird als ein Reizwerkzeug aufgefasst.

Die Eier sind bei den Schnecken immer klein, und es findet eine totale Furchung statt. Bei den Vorder- und Hinterkiemern durchläuft das Junge eine Metamorphose; wenn es aus dem Ei kommt, besitzt es in der Regel ein wohlentwickeltes Schwimmsegel, mittels dessen es sich im Wasser umherbewegt; der Fuss ist dagegen zunächst nur schwach entwickelt. — Den Jungen der Lungenschnecken geht ein Segel ab, und sie machen überhaupt keine solche Verwandlung durch wie die anderen.

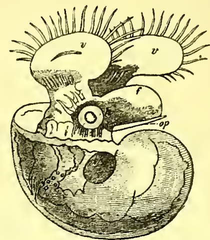


Fig. 247. Larve einer Schnecke (Hinterkiemer). *f* Fuss, *h* Gehörorgan, *op* Deckel, *s* Schale, *v* Segel.

Bei denjenigen Vorderkiemern, welche Eierkapseln ablegen, die viele Eier enthalten, gelangen in jeder Kapsel oft nur wenige oder gar nur ein einziges Ei zur Entwicklung, und die nicht entwickelten Eier werden von den im Eiweiss umherschwimmenden Jungen verschluckt. Manchmal durchlaufen die Jungen solcher Formen die Metamorphose innerhalb der Eierkapsel und verlassen letztere erst, wenn das Segel verschwunden, der Fuss ausgebildet und die Körpergrösse eine recht ansehnliche geworden ist (Wellhorn u. a.).

Die Schnecken sind grösstentheils kriechende Thiere, welche mittels wellenförmiger Contractionen ihrer Fussscheibe über die Unterlage hingleiten; nicht wenige (z. B. Süsswasserschnecken) haben das Vermögen, mit der Fussfläche in der Wasseroberfläche, und den Eingeweidesack nach unten gerichtet, so zu sagen an der Oberfläche des Wassers zu hängen und sich ebendaselbst langsam fortzubewegen. Einige kleinere Abtheilungen der Meeresschnecken zeichnen sich dadurch aus, dass sie mittels des umgebildeten Fusses oder besonderer Werkzeuge wirkliche Schwimmbewegungen ausführen können. Die Hauptmasse der Schnecken (die Hinterkiemer, die überwiegende Mehrzahl der Vorderkiemer) leben im Meere, nicht wenige im Süsswasser (einige Vorderkiemer, ein Theil der Lungenschnecken), manche (die Mehrzahl der Lungenschnecken, einige Vorderkiemer) auf dem Lande.

Die folgende Tabelle wird eine Uebersicht über die wichtigsten Charaktere der drei Ordnungen der Schnecken geben.

Vorderkiemer.	Hinterkiemer.	Lungenschnecken.
Getrennten Geschlechts.	Zwitter.	Zwitter.
Eingeweidenervenstrang achterförmig: 8.	Eingeweidenervenstrang einfach: U.	Eingeweidenervenstrang einfach: U.
Der Vorhof vor der Herzkammer.	Der Vorhof in der Regel hinter der Herzkammer.	Der Vorhof vor der Herzkammer.
Athmen (in der Regel) durch eine Kieme.	Athmen durch Kiemen.	Athmen durch eine Lunge.
Penis frei hervorstehend.	Penis einstülpbar.	Penis einstülpbar.
Metamorphose.	Metamorphose.	Keine Metamorphose.

1. Ordnung. **Vorderkiemer** (*Prosobranchiata*).

Zu dieser Abtheilung, deren wesentliche Charaktere aus dem Vorhergehenden erhellen, gehört die Mehrzahl der schalentragenden Meeresschnecken, ferner einige Süsswasserschnecken und einige

lungenathmende Landschnecken. So gut wie alle Vorderkiemer besitzen eine Schale, meistens eine wohlentwickelte Spiralschale mit oder ohne Ausschnitt oder Kanal, seltener eine mützenförmige Schale etc. Meistens ist ein Deckel vorhanden. In der Regel findet sich in der Mantelhöhle nur eine Kieme. Einige sind Pflanzenfresser, andere ernähren sich von lebenden oder todten Thieren[1]).

1. Im Meere ist diese Abtheilung durch zahllose Formen vertreten; besonders in den Tropen leben viele grosse und schöne Arten. In den kälteren Meeren findet man ebenfalls zahlreiche Vorderkiemer, meistens aber kleinere und unscheinbarere Formen. Von den in der Nordsee (z. Th. auch in der Ostsee) lebenden führen wir an: die Strandschnecken (*Littorina*), kleine, dickschalige Schnecken ohne Ausschnitt, welche an Steinen etc. dicht am Ufer in grosser Anzahl gefunden werden; das Wellhorn (*Buccinum undatum*), eine grosse Schnecke mit kurzem Kanal, lebt auf etwas tieferem Wasser, wird vielfach als Köder verwendet; der Pelikansfuss (*Aporrhais pes pelicani*), dessen Mündung in mehrere zehenartige Fortsätze ausgezogen ist; die Napfschnecken (*Patella*), mit napfförmiger Schale, sitzen lange Zeit unbeweglich an einer Stelle.

2. Im Süsswasser leben in Deutschland u. a. folgende: Die Sumpfschnecke (*Paludina vivipara*), ziemlich gross (bis 4 cm hoch), mit kegelförmiger Schale (Fig. 242), gebärt lebendige Junge, welche bei der Geburt ungefähr erbsengross und den Erwachsenen ähnlich sind; die Eier sind jedes in eine Kapsel eingeschlossen, welche eine reichliche Eiweissmasse enthält und in dem stark erweiterten Eileiter der Mutter liegen bleibt; innerhalb der Kapsel wird die Metamorphose durchlaufen. Gemeiner sind die kleineren Arten der verwandten, aber eierlegenden Gattung *Bithynia*. Einer anderen, auch im Meere vertretenen Familie gehören die kleinen, mit halbkugeliger Schale versehenen *Neritina*-Arten an; der Innenrand der Mündung abgeplattet.

3. Auf dem Lande lebt in Deutschland u. a. die Kreismundschnecke (*Cyclostoma elegans*), welche durch eine Lunge athmet, von den echten Lungenschnecken aber durch Vorhandensein eines Deckels auf den ersten Blick leicht zu unterscheiden ist.

Eine eigenthümliche, auf das pelagische Leben eingerichtete Gruppe der Vorderkiemer sind die **Kielfüssler** (*Heteropoda*). Es sind wasserklare, grossäugige Thiere mit einem grossen, zusammengedrückten Fuss, mittels dessen sie sich im Wasser fortbewegen; der Fuss stellt eine senkrechte musculöse Platte mit scharfem unteren Rande dar, welche höchstens an einer begrenzten Stelle die gewöhnliche Beschaffenheit des Schneckenfusses in der Gestalt eines am Rande sitzenden Saugnapfes bewahrt hat (der Saugnapf kann aber auch fehlen). Der Eingeweidesack ist bei einigen recht wohl entwickelt und in eine zusammengedrückte, scheibenförmige Spiralschale eingeschlossen; der Unterkörper trägt bei diesen einen Deckel und kann in die Schale zurückgezogen werden. Bei anderen (Fig. 248) ist der Eingeweidesack klein und nur

1) Bei gewissen Vorderkiemern (*Natica*) findet sich an der Unterseite des Rüssels eine saugnapfähnliche Hautpartie, deren Epithel eine Säure absondert. Indem das Thier diese Hautpartie an die Schale anderer Weichthiere anlegt, erzeugt es in derselben ein Loch, durch welches es den Rüssel einführen kann, um die weichen Theile der Beute auszufressen.

mit einer mützenförmigen Schale versehen, während der Unterkörper verhältnissmässig kolossal, deckellos ist und natürlich nicht in die Schale zurückgezogen werden kann; endlich giebt es einige, welche einen noch kleineren Eingeweidesack und gar keine Schale besitzen. Als Larven

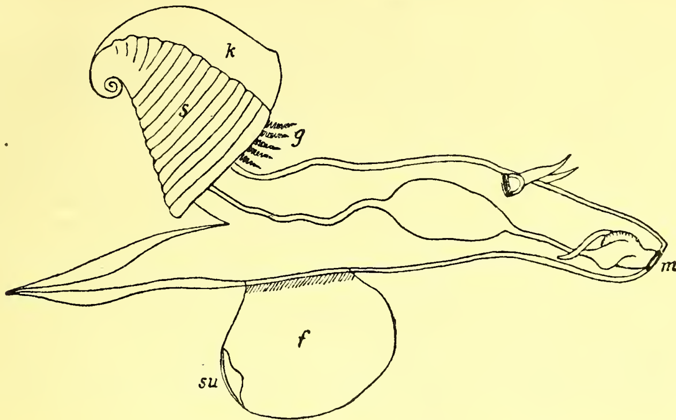


Fig. 248. Ein Kielfüssler (*Carinaria*). *f* Fuss mit einem hinteren Saugnapf (*su*), *g* Kieme, welche aus der Mantelhöhle hervorragt, *m* Mund, *s* Schale, *k* Kiel auf der Schale. — Nach Souleyet.

sind alle schalen- und deckeltragend. — Die Kielfüssler sind lebhafte Raubthiere, welche mit der Bauchseite nach oben gekehrt umherschwimmen; sie kommen in allen wärmeren Meeren, verschiedene Formen z. B. im Mittelmeere, vor.

2. Ordnung. **Hinterkiemer** (*Opisthobranchiata*).

Einige Hinterkiemer sind mit einem Eingeweidesack, einer (gewöhnlich spiralig gewundenen) Schale, einer Mantelhöhle und einer in letzterer angebrachten Kieme, zuweilen auch mit einem Deckel ausgestattet, ebenso wie die Vorderkiemer; manchmal ist aber die Schale mehr oder weniger rückgebildet, und den meisten Hinterkiemern (nackte H., *Nudibranchiata*) geht eine Schale, und damit auch der Eingeweidesack und die Mantelhöhle, völlig ab, und die Eingeweide sind in den Unterkörper hinabgesenkt; an der rechten Seite oberhalb des Fusses findet man die Nieren- und die Geschlechtsöffnung, oft auch den After. Bei den Nudibranchien fehlt in der Regel auch die gewöhnliche Kieme, welche dann aber meistens durch besondere, verschieden gestaltete Hautauswüchse ersetzt ist, die als Kiemen fungiren. Von besonderem Interesse ist es, dass die Larven der Nudibranchien (Fig. 247) mit Schale und Deckel versehen sind; beides wird später abgeworfen. — Alle Hinterkiemer, von welchen die nackten meistens in prachtvollen Farben prangen, leben im Meere, sowohl in den kälteren als in den wärmeren Zonen der Erde.

1. Von gehäusetragenden Hinterkiemern führen wir an: ***Bulla*** (Blasenschnecke) mit bauchiger Schale, deren Spitze in eine nabelähnliche Vertiefung eingesenkt ist (in den wärmeren Meeren gemein, verwandte

Gattungen in den nördlichen Meeren). Bei einigen mit Bulla verwandten Formen ist die Schale von Hautfalten umgeben, welche mit einander verwachsen und die dann immer dünne Schale völlig einschliessen können (innere Schale); letzteres ist z. B. bei der im Mittelmeere und anderen wärmeren Meeren lebenden Gattung *Aplysia* (Seehase) der Fall.

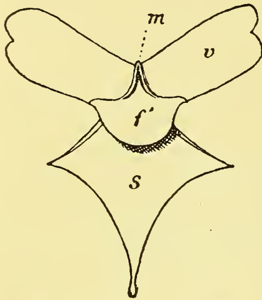


Fig. 249. Ein Flossenfüssler (*Cleodora*). *m* Mund, *f'* hinterer Theil des Fusses, *v* Flosse, s Schale. — Orig.

2. Unter den nackten Hinterkiemern sind die Doriden (Gattung *Doris* u. a.) dadurch ausgezeichnet, dass der After sich hinten auf dem Rücken in der Mittellinie befindet und von einem Kreis gefiederter Kiemen umgeben ist. Die Aeolidien (Gattung *Aeolis* u. a.) haben unverästelte Kiemen auf der Rückenseite; in jede Kieme erstreckt sich ein Ast der Leber, welche sehr verästelt und vom Darmkanal nicht scharf gesondert ist. Manche Nudibranchien sind kiemenlos (z. B. *Elysia, Limapontia*) und haben oft eine bedeutende oberflächliche Aehnlichkeit mit Plattwürmern. Alle genannten Formen sind auch in den nördlichen Meeren vertreten.

Zu den Hinterkiemern gehören zwei abweichende Gruppen pelagischer Thiere, welche gewöhnlich, aber nicht ganz richtig, unter dem Namen Ruderschnecken (*Pteropoda*) zusammengefasst werden. Die eine dieser Abtheilungen, die **Flossenfüssler** oder beschalten Ruderschnecken

Fig. 250.

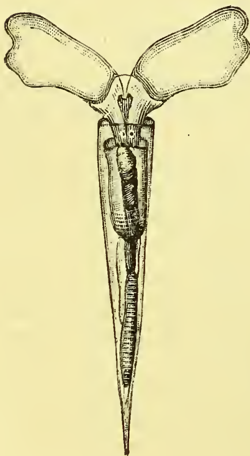


Fig. 251.

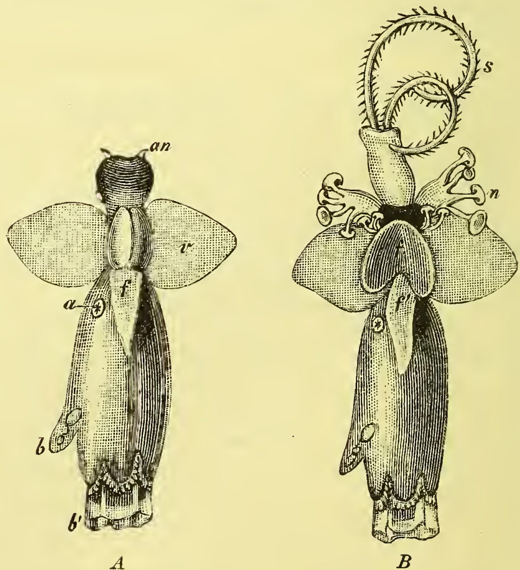


Fig. 250. Ein Flossenfüssler (*Cleodora*) mit einfach röhrenförmiger Schale. — Nach Souleyet.

Fig. 251. Eine nackte Ruderschnecke (*Pneumodermon*). In *B* sind die Arme mit den Saugnäpfen *n* und zwei herausstülpbare Hakensäcke *s* hervorgestreckt; in *A* ist dies Alles zurückgezogen. *a* After, *an* Fühler, *b* und *b'* Kiemen, *f—f'* Fuss, *v* Flosse. — Nach Souleyet.

(*Eupteropoda*), zeichnet sich unter Anderem dadurch aus, dass der vordere, sehr breite und musculöse Theil des Fusses ein Paar flossenartige Bewegungswerkzeuge bildet; der hintere Theil des Fusses (*f'*, Fig. 249) ist an seiner Unterseite mit dichtgestellten langen Wimperhaaren besetzt, welche mikroskopische Organismen, die in ihre Nähe kommen, dem Munde zutreiben; letzterer liegt vorn zwischen den Flossen und ist von einem Paar Lippenfalten umgeben, welche sich vor dem Munde mit einander vereinigen und so verhindern, dass die von dem Wimperstrom ergriffenen Thierchen entwischen. Der Eingeweidesack ist wohlentwickelt und in eine Schale eingeschlossen, welche bei einigen spiralig gewunden ist (es ist dann meistens auch ein Deckel vorhanden), bei der Mehrzahl aber gerade oder schwach gekrümmt, symmetrisch ist. Die Flossenfüssler gehören zu den häufigsten und charakteristischsten pelagischen Thierformen; sie sind blind und werden besonders Abends an der Oberfläche des Meeres getroffen; sowohl in kälteren als in den warmen Meeren. — Die andere zu den Pteropoden gerechnete Abtheilung, die **nackten Ruderschnecken** (*Pterota*), sind schalenlos und besitzen einen kleinen, oft fast rudimentären Fuss; sie bewegen sich mittels zweier besonderen, flossenartigen, musculösen Anhänge, welche vorn dicht beim Fusse sitzen, aber nicht einen Theil des letzteren darstellen. Aus der Mundhöhle können bei diesen Thieren (Fig. 251 *B*) verschiedene Fangwerkzeuge, „Arme" mit Saugnäpfen etc. hervorgestreckt werden; die Pteroten sind nämlich gefrässige Räuber, welche besonders den wehrlosen Eupteropoden nachstellen, deren Verbreitung mit der ihrigen zusammenfällt. Eine bekannte Art dieser Gruppe ist die an den Küsten Grönlands häufige, bis 4 cm lange *Clione limacina*, welche sich von einem mit Spiralschale versehenen Eupteropoden, *Limacina helicina*, ernährt.

3. Ordnung. **Lungenschnecken** (*Pulmonata*).

Bei den Lungenschnecken finden wir ebenso wie bei den Hinterkiemern, dass einige Formen (die Mehrzahl) schalentragend sind und einen wohlentwickelten Eingeweidesack besitzen, während andere nackt sind und keinen Eingeweidesack haben (die Eingeweide sind in den Unterkörper aufgenommen). Es besteht aber d e r Unterschied zwischen ihnen und den Hinterkiemern, dass, selbst wenn Schale und Eingeweidesack fehlen, dennoch die Mantelhöhle stets als eine taschenartige, von einem schildförmigen Mantel überdeckte Höhle an der Oberseite des Thieres vorhanden ist; die Innenseite des Mantels ist sowohl bei den nackten als bei den schalentragenden mit einem reichen Gefässnetz versehen. Die Oeffnung, welche in die Mantelhöhle hineinführt, ist nicht wie bei anderen Schnecken eine breite Spalte, sondern beschränkt sich auf ein Loch an der rechten Seite; die Schale ist immer ohne Ausschnitt, und ein Deckel fehlt. Zwischen den schalentragenden und den nackten Lungenschnecken giebt es eine vollständige Reihe von Uebergängen: wir finden Formen, deren Schale nicht so gross ist, dass das Thier bei sehr feuchter Luft (unter solchen Umständen ist der Weichkörper voluminöser als bei trockener Luft) sich völlig in die Schale zurückziehen kann, während es dies bei trockener Luft kann; wir treffen andere, welche eine regelmässig ausgebildete Schale besitzen, die aber so klein ist, dass sie nur den kleinen Eingeweidesack bedeckt, während der übrige Theil niemals in dieselbe

zurückgezogen werden kann; oder der Eingeweidesack ist eigentlich ganz verschwunden, und die kleine plattenförmige Schale bedeckt nur noch den Mantel; oder die Schale ist eine kleine dünne Platte, welche in die Mantelhaut eingeschlossen ist[1]), oder sie ist sogar nur durch lose Kalkkörner repräsentirt, welche ebenfalls im Mantel versteckt liegen (letzteres ist z. B. bei der grossen Wegschnecke der Fall), oder sie fehlt völlig. — Die Lungenschnecken leben auf dem Lande und im Süsswasser und ernähren sich hauptsächlich von pflanzlicher Nahrung. Sie sind, wie vorhin erwähnt, Luftathmer; gewisse Süsswasserschnecken (*Limnaeus*) besitzen aber, besonders im Jugendzustande, das Vermögen, Wasser in die Mantelhöhle aufzunehmen und demselben den aufgelösten Sauerstoff zu entnehmen.

1. Die Land-Lungenschnecken (*Stylommatophora*) zeichnen sich dadurch aus, dass die Augen an der Spitze je eines Stieles sitzen, welcher den Tentakeln ganz ähnlich ist und ebenso wie diese in den Kopf zurückgestülpt werden kann. Hierzu gehören sowohl gehäusetragende als nackte Formen. Von den ersteren nennen wir die Gattung *Helix*, zu welcher die kleineren Gartenschnecken und die grosse Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) gehören; unter den letzteren die grosse Wegschnecke (*Arion empiricorum*) und die kleinere, schädliche, graue Ackerschnecke (*Limax agrestis*).

2. Die Süsswasser-Lungenschnecken (*Basommatophora*) haben ungestielte, an der Basis der Fühler sitzende Augen; die Fühler können nicht eingestülpt werden. Hierzu gehören die zahlreichen Arten der Schlammschnecken (*Limnaeus*) mit spitzer Schale und die Tellerschnecken (*Planorbis*) mit scheibenförmiger Schale; beide Gattungen sind überall im Süsswasser gemein, durch grössere und kleinere Arten vertreten; gewisse Schlammschnecken führen eine amphibische Lebensweise (kommen sowohl auf dem Lande als im Wasser vor).

3. Classe. **Muscheln** (*Acephala*).

Der Körper der Muscheln ist im Allgemeinen im Gegensatz zu dem der Schnecken fast vollkommen symmetrisch (wenn man von den Windungen des Darmkanals absieht): der After liegt am Hinterende, die Geschlechts- und Nierenöffnungen sind symmetrisch angeordnet etc. Zur allgemeinen Orientirung kann Folgendes dienen: Der eigentliche Rumpf ist im Vergleich mit dem ganzen Umfang des Thieres ziemlich klein; die Mantelfalte ist an jeder Seite des Thieres in Form eines grossen, vorhangartig herabhängenden Blattes entwickelt. Vom Rumpf entspringen dicht unterhalb der Ursprungsstelle des Mantelblattes an jeder Seite zwei blattförmige Kiemen, welche innerhalb der Mantelblätter herabhängen; an der Unterseite des Thieres befindet sich der gewöhnlich kielförmige Fuss; vorn an der Mundöffnung sitzen vier grosse Mundlappen. Ein geson-

1) Bei einer einzelnen Form (*Parmacella*) findet sich bei dem jungen Thiere eine kleine äussere Schale, welche später von Falten der Mantelhaut überdeckt und eingeschlossen wird, so dass ältere Thiere eine „innere" Schale haben. Wenn wir bei anderen Formen auch schon bei den Jungen eine „innere" Schale finden, beruht es auf ähnlichen Vorgängen im Embryonalzustande; der Sack, in welchem die Schale liegt, ist eine eingestülpte Hautpartie.

derter **Kopf** fehlt. Das ganze Thier ist von einer in der Regel symmetrischen, zusammengedrückten, zweiklappigen Schale umgeben.

Der **Fuss** ist gewöhnlich nicht sehr deutlich vom Rumpf gesondert; häufig ist er nur ein zusammengedrückter Längskiel an der Unterseite des Thieres; bei einigen ist er ein längerer, mehr hervorstehender, zusammengedrückter (zuweilen knieförmig gebogener) Theil; bei einzelnen ist er zungenförmig (Miesmuschel); bei einigen besitzt er eine wirkliche Scheibe an der Unterseite. Der Fuss ist das wichtigste Bewegungswerkzeug der Muscheln, welches aus der Schale hervorgestreckt wird, indem es vom Rumpf aus mit Blut gefüllt wird; wird das Thier beunruhigt, so zieht es den Fuss mittels einiger von der Innenseite der Schale entspringender Muskeln zurück. — Bei wenigen Muscheln (z. B. der Auster) fehlt der Fuss völlig, bei anderen ist er rudimentär oder sehr klein.

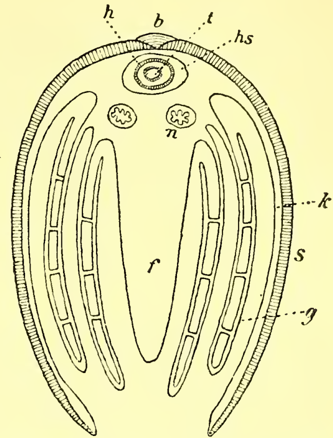


Fig. 252. **Querschnitt einer Muschel** (Schema). *b* Band, *f* Fuss, *g* Kieme, *h* Herz, *hs* Herzbeutel, *k* Kappe, *n* Niere, *s* Schale, *t* Darm. — Orig.

Jede **Kieme** ist ein Blatt, dessen oberer Rand am Rumpf festgeheftet ist; der untere Theil — ungefähr die Hälfte des Blattes — ist umgebogen [1]) und dem oberen Theil dicht angelegt (ähnlich wie die eine Hälfte eines Bogens Papier der anderen); an der äusseren Kieme liegt er ausserhalb, an der inneren innerhalb des oberen Theiles. Der Rand dieses aufgebogenen Theiles der Kieme ist bei einigen frei, bei anderen in seiner ganzen Ausdehnung oder nur theilweise am Rumpf, dicht am Ursprung des Kiemenblattes, festgewachsen. Das Kiemenblatt besteht aus feinen, in der Richtung von oben nach unten verlaufenden Fäden; die Fäden sind zuweilen frei, nur unter einander verklebt (Miesmuschel), gewöhnlich aber durch Querbrücken fest verbunden, so dass das Kiemenblatt eine netzförmig durchlöcherte Platte darstellt; ähnlich ist der aufgebogene Theil des Kiemenblattes mit dem anderen in der Regel durch Querbalken verbunden (Fig. 252). — Die Kiemen besitzen an ihrer Oberfläche ein dichtes Wimperkleid, welches das Wasser durch ihre Spalten hindurch bewegt; kleine, feste Körperchen werden durch den Wimperstrom über die Oberfläche der Kieme nach dem Munde hinzu geführt.

Bei einigen Muscheln (Fig. 253 *A*) setzen die Kiemenblätter sich hinter dem Fusse in je einen freien Zipfel fort; an ihrem oberen Rande sind jedoch die beiden Zipfel derselben Seite mit einander verwachsen [2]). Bei anderen sind die Zipfel an ihrer hinteren Spitze mit dem hinteren Theil des Mantels verwachsen (Miesmuschel). Wieder bei anderen (Fig. 253 *B*) verwachsen die rechte und linke innere Kieme hinter dem Fusse an ihrem aufgebogenen Rande mit einander, und die äussere Kieme ver-

1) Nur bei ganz wenigen Muscheln ist die Kieme nicht umgebogen.

2) Die beiden Kiemenblätter jeder Seite stellen wahrscheinlich zusammen **eine** doppelt gefiederte Kieme vor; zuweilen entspringen sie auch mit gemeinschaftlicher Basis.

wächst an ihrem aufgebogenen Rande mit dem Mantel; in diesem Fall wird in der hinteren Partie der Mantelhöhle ein von der übrigen Höhle abgetrennter oberer Abschnitt (oberhalb der Kiemen) gebildet, welcher sich in die Kloakenöffnung fortsetzt.

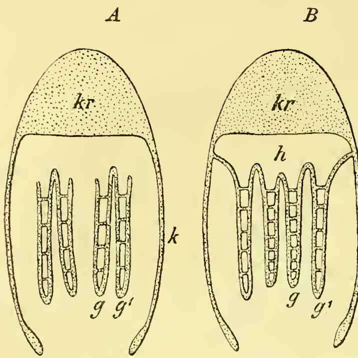


Fig. 253. Querschnitte durch den hinteren Theil zweier Muscheln nach Wegnahme der Schale, um das Verhalten der hinteren Enden der Kiemen zu erläutern. *kr* Rumpf, *k* Mantel, *g* innere, g^1 äussere Kieme, *h* oberer Abschnitt der Mantelhöhle. — Orig.

Der Mantel zerfällt bei den Muscheln in zwei symmetrische Hälften, ein rechtes und ein linkes Mantelblatt, welches ausserhalb der Kiemen liegt. Die Mantelblätter sind dünne Platten, deren bandförmige Randpartie, der Mantelsaum, jedoch etwas verdickt und mit querlaufenden Muskelfasern versehen ist, deren obere Enden an der sogenannten Mantellinie (vergl. unten) an der Innenseite der Schale festgeheftet sind, und welche durch ihre Verkürzung den Mantelsaum innerhalb des Randes der Schale zurückziehen; längs des freien Randes des Mantels finden sich häufig Tastfäden. Die Ränder der beiden Mantelblätter sind übrigens nur bei einer geringeren Anzahl von Muscheln (z. B. der Auster) von einander vollständig frei; in der Regel sind sie theilweise verwachsen, so dass die grosse Oeffnung zwischen ihnen in zwei oder mehrere Abschnitte getheilt ist. In den einfachsten Fällen (z. B. bei der Miesmuschel) ist nur der allerhinterste Theil von der übrigen Oeffnung gesondert, indem die Mantelränder auf eine kurze Strecke mit einander verbunden sind; wir erhalten bei solchen Muscheln eine kleine hintere Oeffnung, die Kloakenöffnung, durch welche das Wasser und die Excremente aus der Mantelhöhle austreten, und eine sehr grosse, durch welche das Wasser einströmt und der Fuss hervorgestreckt wird. Bei anderen (Fig. 254) wird die letztgenannte grosse Oeffnung in eine vordere, grössere für den Fuss, und eine hintere, kleinere für das einströmende Wasser getheilt, indem die Mantelblätter in geringerer oder grösserer Ausdehnung mit einander verwachsen [1]); wir finden dann die ursprünglich einheitliche Spalte in drei Oeffnungen getheilt: hinten die

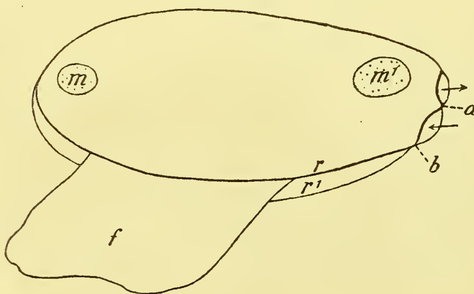


Fig. 254. Muschel, aus der Schale genommen, von der linken Seite gesehen. *a* und *b* Verwachsungsstellen der Mantelränder. *r* linker, r^1 rechter Mantelrand, *f* Fuss, *m* und m^1 Enden der Schliessmuskeln. — Orig.

1) Bei einigen Muscheln legen die Mantelränder sich nur an der entsprechenden Stelle dicht an einander, ohne zu verwachsen.

Kloakenöffnung, unter dieser die Athemöffnung, durch welche das Wasser einströmt, und vorne und unten die Fussöffnung, durch welche der Fuss hervorgestreckt wird, letztere weit grösser als die beiden anderen. Die Kloaken- und die Athemöffnung sind oft zu zwei Röhren, der Kloaken- und der Athemröhre, ausgezogen, welche aus der Schale hervorgestreckt werden können und zuweilen eine ansehnliche Länge erreichen; meistens sind sie mit einander verbunden und erscheinen dann äusserlich als eine einzige (zuweilen am Ende gespaltene) Röhre, welche aber innerlich durch eine Scheidewand in zwei getheilt ist; seltener sind sie auch äusserlich getrennt. Bei Muscheln mit diesen Röhren sind die Mantelränder oft in so grosser Ausdehnung verwachsen, dass auch die Fussöffnung bedeutend verkleinert ist.

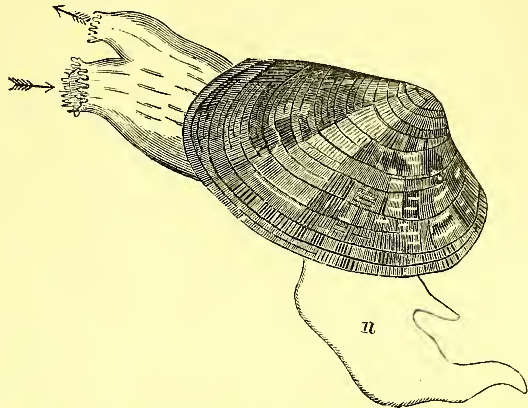


Fig. 255. Eine Muschel (*Tapes decussatus*) mit theilweise getrennten Mantelröhren. Die Pfeile deuten die Richtung des Wasserstroms an. *n* Fuss.

Die Schale liegt ausserhalb des Mantels, letzterem dicht angelagert. Sie zerfällt in zwei Hälften, welche oben durch eine biegsame Masse, das unten näher zu besprechende Band (Ligament) verbunden

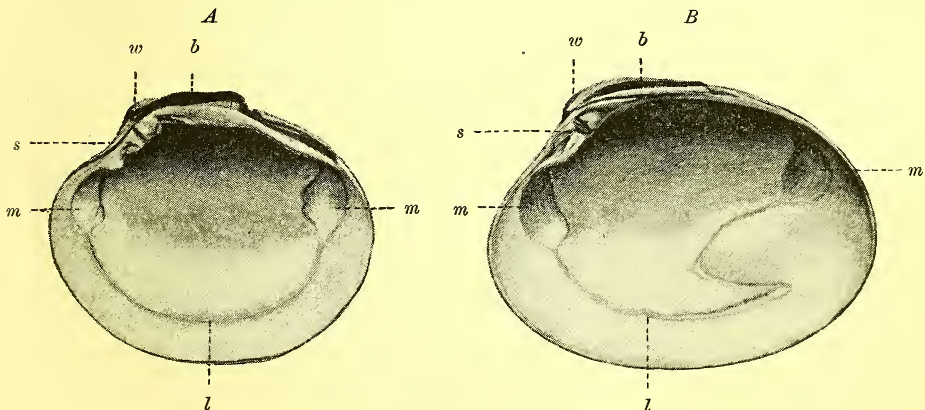


Fig. 256. Rechte Schalenhälfte zweier verschiedener Muscheln, von der Innenseite gesehen, *A* ohne, *B* mit Mantelbucht. *b* Band, *l* Mantellinie, *m* Schliessmuskeleindrücke, *w* Wirbel, *s* Schloss. — Orig.

sind; die beiden Schalenhälften sind im Allgemeinen wesentlich einander spiegelbildlich gleich. Sie sind mehr oder weniger gewölbt; oben findet sich in der Regel ein vorragender Buckel, der sogen. Wirbel (der älteste Theil der Schale), welcher gewöhnlich dem

Vorderende näher als dem Hinterende liegt. Der obere Rand jeder Schalenhälfte besitzt gewöhnlich zahn- oder leistenartige Vorsprünge, welche zwischen entsprechende der anderen Hälfte eingreifen: Schloss (*Cardo*); bei nicht wenigen fehlt dasselbe übrigens oder ist nur wenig ausgebildet. Wenn die Schale geschlossen ist, passen gewöhnlich die Ränder beider Hälften überall eng an einander, so dass die weichen Theile des Thieres von der Aussenwelt ganz abgeschlossen sind; nicht selten klafft jedoch die Schale an einer oder mehreren Stellen, namentlich hinten bei denjenigen, welche mit grossen Mantelröhren versehen sind, vorn bei einigen, welche mittels eines Byssus (S. 338) festgeheftet sind. Das Schliessen der Schale wird durch die Schliessmuskeln, gewöhnlich zwei, bewirkt, welche quer durch das Thier gehen, der eine im vorderen, der andere im hinteren Theil desselben, und welche der Innenseite der Schale angeheftet sind; seltener ist nur ein Schliessmuskel vorhanden (z. B. bei der Auster). An der Stelle, wo ein Schliessmuskel der Schale angeheftet war, bemerkt man an der Innenseite derselben einen scharf begrenzten Fleck, einen Muskeleindruck, an jeder Schalenhälfte also in der Regel zwei; ausserdem findet man an der Innenseite der Schale häufig kleinere Eindrücke, welche den Anheftungen der Fussmuskeln entsprechen. Ferner die sogenannte Mantellinie, von welcher die Muskelfasern des Mantelsaumes ihren Ursprung nehmen; die Mantellinie läuft bei denjenigen Muscheln, welche keine Mantelröhren besitzen, dem Rande der Schale parallel, in einigem Abstand von demselben; bei denjenigen, welche solche Röhren haben, beschreibt die Mantellinie in der Regel hinten eine nach vorn gerichtete Bucht (Fig. 256 *B*); längs derselben entspringen die Muskeln der Röhren — welche besonders entwickelte Theile der Musculatur des Mantelsaumes sind —; indem sie weiter vorn in der Schale entspringen, können die zusammengezogenen Röhren meistens innerhalb derselben Platz finden. — An der Schale kann man gewöhnlich drei Schichten unterscheiden: eine äusserste hornähnliche, bei einigen (z. B. der Miesmuschel) sehr deutliche, bei anderen undeutlichere Schicht, und zwei der Hauptmasse nach aus kohlensaurem Kalk bestehenden Schichten, von welchen die innere zuweilen irisirt (Perlmutter).

Die biegsame Masse, welche die Schalenhälften verbindet, das sogen. Band, besteht aus einer äusseren, biegsamen, aber unelastischen Schicht (einer Fortsetzung der äusseren Lage der Schale) und einer inneren, elastischen, aus radiären Fasern zusammengesetzten Masse. Bei manchen Muscheln tritt das Band äusserlich mit einer grossen Fläche, hoch gewölbt hervor und wird dann als äusseres Band bezeichnet; bei anderen ist es zwischen den oberen Rändern versteckt, bietet äusserlich nur eine schmale Fläche dar, während es nach innen gewölbt ist, und wird als inneres Band bezeichnet. In beiden Fällen ist seine Wirkung wesentlich dieselbe. Wenn eine mit innerem Band versehene Schale durch Verkürzung der Schliessmuskeln geschlossen wird, so wird die innere elastische Masse des Bandes zusammengepresst, und wenn die Muskeln wieder erschlaffen, so drängt sie die Schalenhälften wieder auseinander. Bei den Schalen mit äusserem Bande erfährt die elastische Masse des Bandes beim Schliessen der Schale ebenfalls eine Zusammendrückung oder Zusammenbiegung innerhalb der äusseren unelastischen Schicht, und bei der Erschlaffung der Muskeln ist die Wirkung dieselbe wie bei den

Schalen mit innerem Bande [1]). Die Wirkung des Bandes ist eine rein mechanische und findet ebenso nach dem Tode des Thieres wie im Leben desselben statt. Es ist noch zu bemerken, dass seine Lage

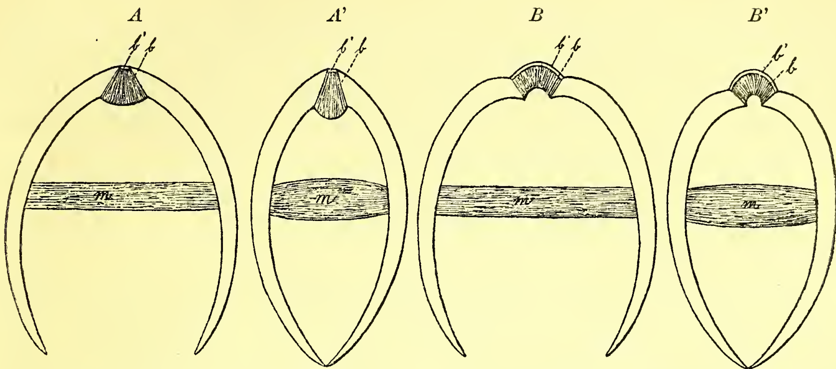


Fig. 257. Schematische Querschnitte der Schalen von Muscheln mit i n n e r e m (*A*, *A'*) und mit ä u s s e r e m B a n d e (*B*, *B'*). In *A* und *B* ist die Schale geöffnet, in *A'* und *B'* geschlossen dargestellt. *b* elastischer Theil des Bandes, *b'* äusserer, nicht elastischer Theil desselben; *m* Schliessmuskel. — Orig.

entweder gerade unterhalb der Wirbel oder, gewöhnlicher, hinter denselben ist. Nur bei sehr unvollkommen entwickelter Schale (z. B. bei Teredo) fehlt das Band völlig, und die Schalenhälften sind ganz gesondert.

Die Schale nimmt dadurch an U m f a n g zu, dass die Oberhautzellen am Rande des Mantels neue Theilchen absondern, welche dem Schalenrande angefügt werden; sie wächst an D i c k e, indem von der äusseren Seite des Mantels und (für den oberen Theil der Schale) des Rumpfes auf die innere Fläche der Schale neue Schichten abgelagert werden.

Von dem gewöhnlichen Typus weicht die Schale bei einigen Muscheln dadurch ab, dass sie sehr asymmetrisch ist; bei der Auster und bei einigen Kammmuscheln ist z. B. nur die eine Schalenhälfte gewölbt, die andere platt. Eine geringere Asymmetrie findet man bei manchen anderen, eine ganz geringfügige bei den meisten (die Schlosszähne der beiden Hälften greifen ja z w i s c h e n einander ein: an derjenigen Stelle, wo an der einen Schalenhälfte ein Zahn vorhanden ist, muss an der anderen Hälfte eine Vertiefung sein). Andere Muscheln sind dadurch ausgezeichnet, dass die Schale nur einen kleinen Theil ihres Körpers bedeckt (Teredo und andere). — P e r l e n sind Kalkablagerungen von der äusseren Seite des Mantels um Fremdkörper herum, welche zufällig zwischen den Mantel und die Schale hineingerathen; sie sind entweder an der Innenseite der Schale festsitzend oder liegen frei; sie werden bei verschiedenen Muscheln gebildet. — Einige Muscheln von gestreckter Körperform und mit unvollkommenen Schalen bauen sich entweder eine R ö h r e aus kleinen, zusammengekitteten Fremdkörpern oder sondern (häufiger) eine K a l k r ö h r e um sich herum ab, mit welcher die kleinen Schalenhälften dann zuweilen verbunden sind.

1) Die gewöhnliche Angabe, dass ein A u s s p a n n e n des äusseren Bandes beim Schliessen der Schale stattfinden solle, ist unrichtig.

Was die Haut betrifft, so ist besonders die Bildung von Byssus-Fäden hervorzuheben, welche man bei einem Theil der Muscheln findet. Die Byssus-Fäden sind hornartige Fasern, welche in einer Höhlung und einer damit in Verbindung stehenden Rinne des Fusses von den dort gelegenen Oberhautzellen ausgeschieden werden. Diese Fäden dienen bei einigen (z. B. bei der Miesmuschel) dazu, das Thier an fremden Gegenständen festzuheften, indem das eine Ende mit dem Thiere in Verbindung bleibt, während das andere an dem Gegenstande festgeklebt wird. Andere verbinden mittels der Byssus-Fäden Steinchen und dergl. zu einer Art Nest, in welchem sie Aufenthalt nehmen.

Bei manchen Muscheln, welche keinen Byssus bilden, ist trotzdem ein rudimentäres Byssus-Organ vorhanden. Einige Formen erzeugen nur in der Jugend einen Byssus, während sie als Erwachsene diese Fähigkeit nicht mehr besitzen.

Bei den Muscheln ist das Seitenganglion fast immer mit dem Gehirnganglion und der Nervenstrang zwischen Seiten- und Fussganglion mit demjenigen zwischen Gehirn- und Fussganglion verschmolzen, so dass scheinbar das Seitenganglion und jener Strang fehlen (Fig. 237 *D*). Bei einigen Muscheln sind aber beide selbständig, der Strang allerdings nur theilweise (Fig. 237 *C*), so dass wir hier Verhältnisse finden, welche sich eng an diejenigen der Schnecken anschliessen. — Augen sind nur bei einer geringeren Anzahl von Muscheln vorhanden, und dann immer, oft in grosser Anzahl, am Mantelrande entlang, bei den mit Mantelröhren ausgestatteten an der Spitze dieser letzteren. Beispielsweise führen wir an, dass bei den Kammmuscheln (*Pecten*) längs des Mantelrandes eine Reihe ziemlich complicirt gebauter Augen vorhanden ist. Ein Geruchsorgan, dem der Schnecken entsprechend, findet sich bei manchen Muscheln in der Nähe des Afters als ein besonders ausgebildeter, mit Nerven in Verbindung stehender Abschnitt der Oberhaut.

Der Mund ist eine Querspalte am Vorderende des Thieres unterhalb des vorderen Schliessmuskels. Er ist oben und unten von einer Ober- resp. Unterlippe begrenzt, deren jede an beiden Seiten in einen in der Regel wohlentwickelten Mundlappen ausgezogen ist. Die Mundlappen, von welchen also jederseits zwei vorhanden sind, sind mit zahlreichen Wimperhaaren bedeckt, welche die kleinen Theile, mikroskopische Pflanzen und Thiere etc., die in dem in die Mantelhöhle aufgenommenen Wasser enthalten sind, in den Mund hineinstrudeln. Radula und Kiefer fehlen. Vom Munde führt eine kurze Speiseröhre in einen Magen, welcher bei manchen Muscheln mit einem Blindsack ausgestattet ist; in letzterem ist der sogenannte Krystallstiel, ein gallertiger, durchsichtiger Körper, enthalten. Der Krystallstiel, welcher von dem Epithel des Blindsackes abgesondert wird, entwickelt sich, wenn das Thier reichlich ernährt wird (im Sommer), und wird wieder aufgelöst, wenn es hungert (im Winter), stellt somit wahrscheinlich eine Reservenahrung dar; er kommt fast bei allen Muscheln vor[1]). In den Magen mündet mit mehreren Oeffnungen die wohlentwickelte, den Magen umgebende Leber. Der eigentliche Darm macht mehrere Windungen; sein hinterer Theil verläuft an der Rückenseite des Thieres entlang, zuletzt oberhalb des hinteren Schliessmuskels und öffnet sich am Hinterende des Rumpfes.

---

1) Auch bei einzelnen Schnecken ist ein Krystallstiel vorhanden.

— Die Herzkammer hat ihren Platz an der Rückenseite des Thieres oberhalb des Enddarmes; bei den meisten Muscheln theilt sie sich in zwei Aeste, welche den Darm umfassen und sich unterhalb desselben vereinigen, so dass die Herzkammer ringförmig, „vom Darm durchbohrt" wird. Es finden sich zwei Vorhöfe, einer an jeder Seite, welche das Blut von den Kiemen empfangen und in die Herzkammer führen. Das Gefässsystem ist unvollständig; in den Kiemen findet sich jedoch ein reiches Capillarnetz. — Die Nieren sind ein Paar sackförmige Organe, welche oft mehr oder weniger innig mit einander verbunden

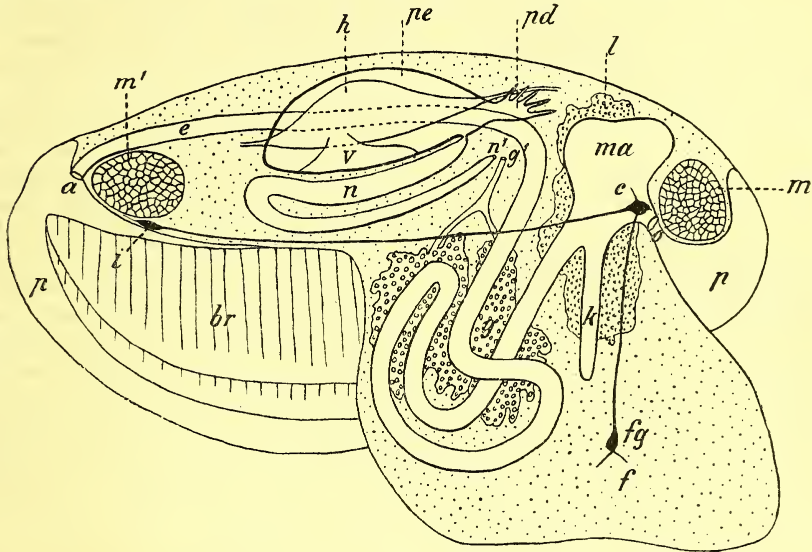


Fig. 258. Schematischer Längsschnitt einer Muschel. *a* After, *br* Kieme, *c* Gehirn-Seitenganglion, *e* Enddarm, *f* Fuss, *fg* Fussganglion, *g* Geschlechtsdrüse, g^1 Geschlechtsöffnung, *h* Herzkammer, *i* Eingeweideganglion, *k* den Krystallstiel beherbergende Ausstülpung des Magens, *l* Leber, *m* vorderer, m^1 hinterer Schliessmuskel, *ma* Magen, *n* Niere, n^1 äussere Nierenöffnung, *o* Mund, *p* Mantel, *pd* Pericardialdrüse, *pe* Herzbeutel, *v* Vorkammer. — Nach Rankin, geändert.

sind (das Bojanus'sche Organ); sie münden mit je einer Oeffnung seitlich am Körper unterhalb des Ursprungs der inneren Kieme; ausserdem stehen sie durch je eine Oeffnung mit dem Herzbeutel in Verbindung. — Die Mehrzahl der Muscheln sind getrennten Geschlechts, eine kleinere Anzahl (z. B. die Auster) Zwitter. Eierstöcke und Hoden, stets in einem Paare vorhanden, sind verästelte Organe, welche sich zwischen die anderen Eingeweide, in den Fuss oder (z. B. bei der Miesmuschel) in den Mantel, erstrecken; sie münden an beiden Seiten dicht an der Nierenöffnung, oder der Ausführungsgang vereinigt sich mit dem der Niere, so dass jederseits eine gemeinsame Oeffnung für den Harn und die Geschlechtsstoffe vorhanden ist[1]). Die befruchteten Eier durchlaufen bei einigen Muscheln ihre Entwicklung in den Hohlräumen der äusseren Kieme des Mutterthieres.

1) Bei einigen öffnen die Geschlechtsorgane sich in die Niere selbst, bei gewissen Formen sogar nahe an deren Oeffnung in den Herzbeutel.

Die Muscheln des Meeres durchlaufen eine ähnliche Metamorphose wie die Meeresschnecken; die neugeborene Larve bewegt sich mittels eines Wimpersegels; manchmal ist sie am vorderen Theil des Körpers mit Augen versehen, welche später verschwinden. Ein solcher freischwimmender Larvenzustand fehlt bei den meisten Süsswassermuscheln, ein Wimpersegel kommt bei diesen nicht zur Entwicklung oder ist nur vorübergehend bei den Embryonen angedeutet.

Alle Muscheln leben im Wasser, die Mehrzahl im Meere. Sie ernähren sich von den kleinen organischen Körpern, Diatomeen etc., welche in dem in die Mantelhöhle einströmenden Wasser enthalten sind. Mittels des Fusses können sie langsam fortkriechen, indem sie denselben der Unterlage an- oder in dieselbe eindrücken; einzelne können mittels des Fusses eine Art Sprünge ausführen. Ausnahmsweise können sie, indem sie die Schalen schnell auf- und zuklappen, sich im Wasser fortschnellen. Allgemein sind sie befähigt, mittels des Fusses sich in den weichen (sandigen oder schlammigen) Grund hineinzuarbeiten, so dass schliesslich nur Kloaken- und Athemöffnung hervorragen, und manche verbringen den grössten Theil ihres Lebens derartig eingegraben; die Ausbildung kürzerer oder längerer Mantelröhren steht eben hiermit in Zusammenhang. Einige besitzen sogar das Vermögen, sich in festere Theile, Holz, Kalkstein etc. einzubohren, indem sie mittels des Fusses, in welchem feine Kiesel(?)-Theilchen eingelagert sind, jene langsam ausschleifen. Einige Muscheln sind mit der einen Schale an fremden Gegenständen mittels einer Kalkausscheidung festgekittet und entbehren natürlich jeder Ortsbewegung. Wie schon oben erwähnt, kann eine Festheftung an fremden Gegenständen auch durch Byssusfäden geschehen; das in dieser Weise festgeheftete Thier bleibt lange Zeit an derselben Stelle, kann sie aber verlassen, indem es den Byssus zurücklässt; die unten genannte Dreissena z. B. ist im Sommer dicht unterhalb der Oberfläche des Wassers an fremden Gegenständen angeheftet, im Herbst zieht sie sich aber unter Zurücklassung des Byssus auf den Grund zurück.

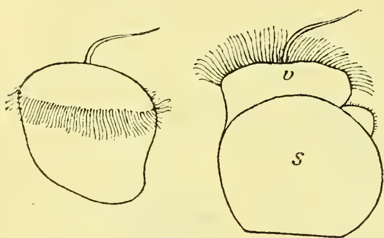


Fig. 259. Jüngere und ältere Larve einer Meeresmuschel (*Cardium*); bei der älteren ist eine kleine Schale, *S*, entwickelt. *v* Wimpersegel. — Nach Lovén.

Beispielsweise führen wir folgende Formen an:

1. Die Auster (*Ostrea edulis*) besitzt nur einen Schliessmuskel, das Band ist ein inneres, der Fuss fehlt, die rechte Schalenhälfte flach, die linke gewölbt und an fremden Gegenständen angewachsen. In der Nordsee und anderen nordischen Meeren; andere Arten derselben Gattung im Mittelmeer. — Mit den Austern verwandt sind die Kammmuscheln (*Pecten*) mit radiär gerippter Schale, deren vordere und hintere Hälfte fast gleich sind. Bei einigen Arten ist die linke Schalenhälfte flach, die rechte gewölbt; bei anderen sind beide gleich, gewölbt. Inneres Band, Augen am Mantelrand, ein Schliessmuskel, kleiner Fuss. Arten in der Nordsee etc.

2. Die Miesmuschel (*Mytilus edulis*) zeichnet sich besonders dadurch aus, dass die Wirbel an das vorderste Ende der ziemlich dünnen

Schale gerückt sind; sie besitzt ein langes inneres Band und einen kräftigen Byssus, vermittels dessen das Thier an Steinen etc. angeheftet ist. An den Küsten der Nord- und Ostsee sehr häufig; wenn sie in stagnirenden Gewässern (in Hafenbassins etc.) lebt, lagert sich oft ein giftiger Stoff in der Leber ab. — Die verwandte, etwas kleinere Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) lebt im Süsswasser; ursprünglich in Südost-Europa einheimisch, hat sie sich in unserem Jahrhundert allmählich beinahe über ganz Europa verbreitet. — Eine andere verwandte Form ist die fast cylindrische, längliche Dattelmuschel (*Lithodomus lithophagus*), welche sich in Kalkstein einbohrt; im Mittelmeer.

3. Die Teichmuscheln (*Anodonta*) sind grosse, eiförmige, dünnschalige Muscheln, welche in den süssen Gewässern häufig sind. Die zahlreichen Eier werden in der äusseren Kieme des Weibchens ausgebrütet und die Jungen durch die Kloakenöffnung ausgestossen. Letztere sind mit einem langen, klebrigen Faden versehen, welcher im Wasser flottirt und an vorüberschwimmenden Fischen leicht festklebt; geschieht dies, so heftet die junge Muschel sich mittels eines am unteren Rand der Schale jederseits vorhandenen Zahnes an dem Fisch fest, wird von dessen Haut überwuchert und führt eine Zeitlang ein Schmarotzerleben auf dem Fisch, um ihn später wieder zu verlassen. — Verwandt sind die Flussmuschel (*Unio*) und die Flussperlmuschel (*Margaritana margaritifera*), welche ebenfalls in Deutschland vorkommen; letztere liefert einen Theil der in den Handel gelangenden Perlen. (Zu einer anderen Familie der Muscheln gehört die echte Perlmuschel, *Meleagrina margaritifera*, welche die schönsten Perlen liefert; im Indischen und Stillen Ocean.)

4. Die Klaffmuschel (*Mya arenaria*) zeichnet sich durch den Besitz einer sehr langen (natürlich aus zwei zusammengesetzten) Mantelröhre und durch die hinten klaffende

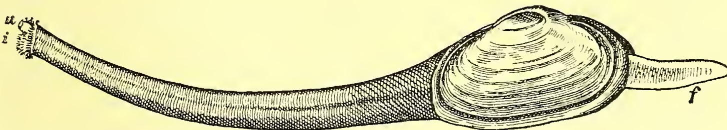


Fig. 260. Klaffmuschel. *f* Fuss, *i* Oeffnung der Kloaken-, *u* der Athemröhre. — Nach Meyer und Möbius.

Schale aus; die Mantelränder sind grösstentheils verwachsen. Findet sich am Strande, an der Küste der Nord- und Ostsee, bis mehr als fusstief eingegraben.



Fig. 261. Pfahlwurm. *a* Schale, *b* Fuss, *c* Mantel, *e* Mantelröhren.

5. Der Pfahlwurm (*Teredo navalis*) ist eine wurmförmig gestreckte Muschel mit zum allergrössten Theile verwachsenen Mantelrändern, mit einem Paar ganz kleiner, nicht durch Bandmasse zusammengehaltener Schalen am vordersten Theil des Körpers und zwei theilweise getrennten Mantelröhren am Hinterende. Er lebt im Meere, in Holz (Pfählen, Schiffen), in welches er lange, mit einer abgesonderten Kalkschicht ausgefütterte

Röhren bohrt; die äussere Oeffnung und die diesen zunächst liegenden Theile der Röhre sind eng (wurde von der jungen Muschel gebildet), weiter nach innen zu wird sie weiter, cylindrisch; das Thier sitzt mit seinem Vordertheil im innersten Ende der Röhre, mit den Mantelröhren an ihrer äusseren Oeffnung, und ist ausser Stande, dieselbe zu verlassen. An den europäischen Küsten gemein; sehr schädlich. — Bei der verwandten Gattung *Pholas* (Bohrmuschel), welche in Kalkstein, Holz etc. bohrt, ist der Körper kürzer, die Schalen besser als bei Teredo entwickelt; sie besitzt Leuchtvermögen. In den europäischen Meeren.

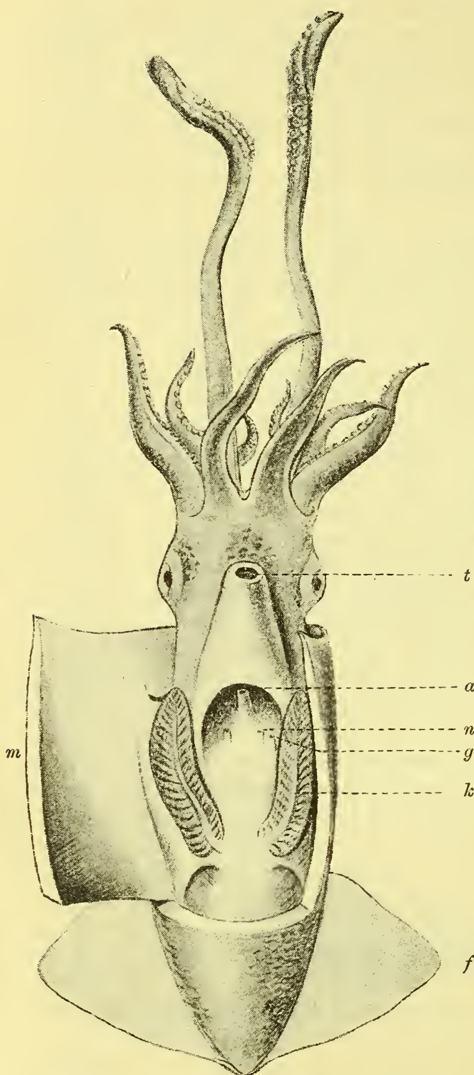


Fig. 262. Zehnarmiger Tintenfisch, von der Unterseite gesehen, Mantel an einer Seite losgeschnitten und nach der anderen Seite gelegt. Schema. *a* After in der hinteren Trichteröffnung gelegen, *f* Flosse, *g* Geschlechtsöffnung, *k* Kieme, *m* Mantel, *n* Nierenöffnung, *t* vordere Trichteröffnung. — Orig.

4. Classe. **Tintenfische** (*Cephalopoda*).

Der Körper ist äusserlich, und in der Hauptsache auch innerlich, streng symmetrisch. Er zerfällt in zwei natürliche Abschnitte, den Kopf und den Rumpf. Der Kopf ist sehr kräftig entwickelt; vorn findet sich die Mundöffnung, welche bei allen Zweikiemern (d. h. allen Cephalopoden mit Ausnahme des Nautilus) von einem Kreis von 8 langen, musculösen Armen[1]) umgeben ist; innerhalb dieser entspringen bei einigen Zweikiemern (den zehnarmigen) noch zwei längere, sogenannte Fangarme. Die Arme und die Fangarme sind — letztere jedoch nur gegen die Spitze hin — an der inneren, dem Munde zugekehrten Seite mit zahlreichen musculösen Saugnäpfen ausgestattet, welche bei den 8-armigen Tintenfischen sitzend, bei den 10-armigen in der Regel kurzgestielt sind; bei den letzteren

1) Einige der Arme, oder alle acht, sind bei gewissen Cephalopoden entweder nur am Grunde oder weiter hinauf durch eine dünne Bindehaut mit einander verbunden (ähnlich wie die Zehen mancher schwimmenden Säugethiere und Vögel).

(dagegen nicht bei den 8-armigen) findet sich im Rande des Saugnapfes ein chitinartiger Ring, der „Hornring“, welcher in der Regel am Rande fein gezähnt ist. Einige der Saugnäpfe können bei gewissen 10-armigen Cephalopoden zu Haken umgebildet sein, indem der Hornring nach der einen Seite stark ausgezogen und an der Spitze hakenförmig umgebogen ist. Bei den Vierkiemern (Nautilus) findet sich statt der Arme eine grössere Anzahl dünner Tentakel, welche in mehreren Kreisen um die Mundöffnung geordnet sind und in Tentakelscheiden zurückgezogen werden können, welche theilweise zu handartigen Platten verwachsen sind, von deren Rand die Tentakel entspringen; letztere entbehren der Saugnäpfe. — Am Kopfe findet sich ausserdem noch ein Paar grosser Augen, von welchen unten mehr.

Der Rumpf — dessen Unterseite der hinteren Seite des Eingeweidesackes der Schnecken entspricht — ist bei einigen, den 8-armigen und Nautilus, kurz und dick, bei den 10-armigen mehr gestreckt; bei letzteren ist er mit einem Paar wagerechter Flossen versehen, welche von den Seiten des Rumpfes gegen die Rückenseite zu entspringen und in der Regel am hinteren Theil des Thieres ihren Platz haben. An der Grenze von Kopf und Rumpf findet man an der Bauchseite eine Querspalte, welche in eine geräumige Mantelhöhle hineinführt (vergl. Fig. 268 *B*), die sich längs der ganzen Bauchseite des Thieres bis an das Hinterende und auf die Seiten hinauf erstreckt; nach aussen wird sie von einem meist sehr musculösen, dicken Mantel begrenzt, welcher sich bei manchen mit einer niedrigeren Falte auch hinter dem Kopfe auf die Oberseite fortsetzt. Aus der Mantelspalte ragt das vordere Ende einer an beiden Enden offenen Röhre, des Trichters, hervor, welcher mit seiner oberen Seite an der oberen Wand der Mantelhöhle, auf der Grenze des Kopfes, befestigt ist; der Trichter ist übrigens nur bei den Zweikiemern eine wirkliche Röhre, bei Nautilus dagegen eine dütenförmig zusammengerollte Platte, deren Ränder sich unten decken; er entspricht dem Fuss anderer Weichthiere. Das Thier nimmt durch die grosse Spalte Wasser in die Mantelhöhle auf, stösst es aber durch den Trichter aus, indem sich der Rand des Mantels dem Rumpfe andrückt und der musculöse Mantel sich zusammenzieht; in dem Trichter findet sich oft oben eine kleine zungenartige Platte, welche mit ihrem hinteren Ende festgeheftet ist, während das vordere Ende frei ist, und welche somit als ein Ventil wirkt, das verhindert, dass das Wasser durch den Trichter zurückströmt. In der Mantelhöhle finden sich bei den 8- und 10-armigen Tintenfischen ein Paar, bei Nautilus zwei Paar blättrige Kiemen.

Bei Nautilus ist der Rumpf in eine Schale eingeschlossen, welche ebenso wie die der Schnecken eine Absonderung der Oberhaut ist. Die Schale ist spiralig gewunden, aber symmetrisch; die Convexität entspricht der Bauchseite des Thieres (vergl. Fig. 263); die Windungen berühren einander. Die Schale ist mehrkammerig, durch gewölbte Querscheidewände in eine grosse Anzahl Räume getheilt, von welchen der äusserste (und grösste) den Rumpf umschliesst, während die übrigen mit Luft gefüllt sind; die Scheidewände sind von je einem Loch durchbohrt, durch welches eine dünne, strangförmige Verlängerung des Hinterendes des Thieres geht, die sich

durch die ganze Schale fortsetzt[1]). Bei einigen ausgestorbenen Nautilusformen war die Schalenröhre gerade (*Orthoceras*), bei anderen schwach gebogen oder nur theilweise spiralig aufgerollt, bei anderen wieder zwar spiralig gewunden, aber ohne dass die Windungen



Fig. 263. *Nautilus*, die Schale durchgesägt. *o* Auge, *t* Trichter, *te* Tentakel; *s* der Strang, welcher sich durch die Kammern erstreckt; *h* eine Hautfalte, welche sich über die Schale hinaufschlägt. — Nach v. Martens.

einander berührten. — Bei der jetzt lebenden Gattung *Spirula*, welche zu den 10-armigen Cephalopoden gehört, findet man eine ähnliche spiralige, mehrkammerige Schale (Fig. 264 *A*) wie beim Nautilus, deren Windungen sich aber nicht berühren, und welche in entgegengesetzter Richtung aufgerollt ist, indem die Convexität der Rückenseite entspricht; nur ein geringer Theil des Rumpfes ist in die Schale eingeschlossen, deren äussere Kammer nur klein ist, und die Schale ist ganz von Hautfalten umschlossen, welche sich um dieselbe herum geschlagen haben und mit einander verwachsen sind. Bei gewissen ausgestorbenen 10-armigen Cephalopoden findet man ebenfalls eine mehrkammerige Schale (Fig. 264 *B*, *C*), welche aber gewöhnlich gerade und vorn in einen plattenförmigen Theil ausgezogen ist; bei den jetztlebenden 10-armigen (mit Ausnahme von Spirula) ist dieser plattenförmige Theil fast das Einzige, was von der Schale übrig geblieben ist, indem der hintere, kegelförmige, bei den ausgestorbenen gekammerte, Theil ganz rudimentär geworden ist oder völlig fehlt. Die Schale ist bei diesen in der Regel eine dünne, hornartige, schmälere oder breitere, langgestreckte Platte, seltener dicker, mit einer Kalk-

1) Man muss annehmen, dass die Scheidewände auf die Weise gebildet werden, dass das Thier, wenn die Schale ein Stück an der Mündung gewachsen ist, sein Hinterende von der äussersten Scheidewand eine kurze Strecke abrückt und eine neue Scheidewand vor der letzteren ausscheidet; gleichzeitig streckt sich auch der Strang in die Länge.

lage unterhalb der Hornplatte (*Sepia*); sie ist völlig in eine Höhlung auf der Rückenseite des Thieres, eine Einstülpung der äusseren Haut, eingeschlossen. Diese sogenannte „innere Schale“ entspricht nach dem Angeführten der äusseren Schale des Nautilus, ist in der That ebenso wie diese eine Absonderung der Oberhaut. Bei den 8-armigen fehlt die Schale (wegen der ganz abweichenden Schale bei Argonauta siehe unten S. 350).

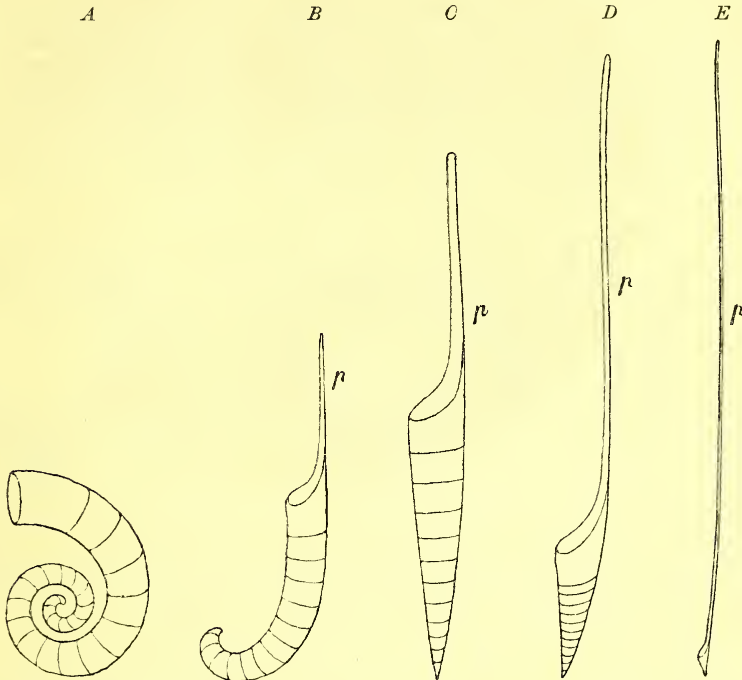


Fig. 264. Schematische Figuren verschiedener Tintenfisch-Schalenformen, von der Seite, *A Spirula*; *B Spirulirostra* (ausgestorben); *C Belemnites* (ausgestorben); in *B* und *C* ist eine starke, stachelförmige Fortsetzung des hinteren Theiles der Schale fortgelassen; *D Conoteuthis* (ausgestorben); *E Ommatostrephes* (jetztlebender zehnarmiger Tintenfisch). *p* plattenförmiger Theil der Schale. — Orig.

Die Haut zeichnet sich durch ihren lebhaften Farbenwechsel aus, den sie dem Vorhandensein sternförmiger Pigmentzellen verdankt, welche sich zusammenziehen und wieder ausdehnen können (Chromatophoren). — Eine eigenthümliche, mit der Haut zusammenhängende Drüse ist der sogenannte Tintenbeutel der Zweikiemer, ein gewöhnlich birnförmiger Sack, in welchem eine tintenartige Flüssigkeit abgesondert wird; er öffnet sich in die Mantelhöhle dicht hinter dem After oder in diesen, und die Flüssigkeit wird, wenn das Thier sich in Gefahr glaubt, durch den Trichter ausgestossen und trübt das Wasser.

Die Cephalopoden besitzen ein wirkliches, wenn auch nur schwach entwickeltes, inneres Skelet in Form von knorpeligen Theilen, von welchen besonders eine das centrale Nervensystem, die Gehörorgane und theilweise die Augen umhüllende Knorpelkapsel im Kopfe

hervorzuheben ist. Ausser dieser Kapsel finden sich bei den meisten Cephalopoden an verschiedenen Körperstellen noch mehrere kleinere Knorpelstücke.

Das Nervensystem zeichnet sich dadurch aus, dass sämmtliche grosse Nervenknoten — Gehirn-, Fuss-, Seiten- und Eingeweideganglien — um die Speiseröhre dicht zusammengerückt und die Commissuren derartig verkürzt sind, dass die Ganglien unmittelbar mit einander zusammenhängen. — Die Augen sind gross und erreichen bei manchen Formen eine hohe Ausbildung. Am einfachsten verhalten sie sich beim Nautilus (Fig. 265 *A*), dessen Augen tiefe, sackförmige Einstülpungen der Oberhaut sind; der Hohlraum derselben steht mit der Aussenwelt durch eine kleine Oeffnung in Verbindung (das Auge gehört zu dem Fig. 20, 4 abgebildeten Typus, ein Glaskörper fehlt aber).

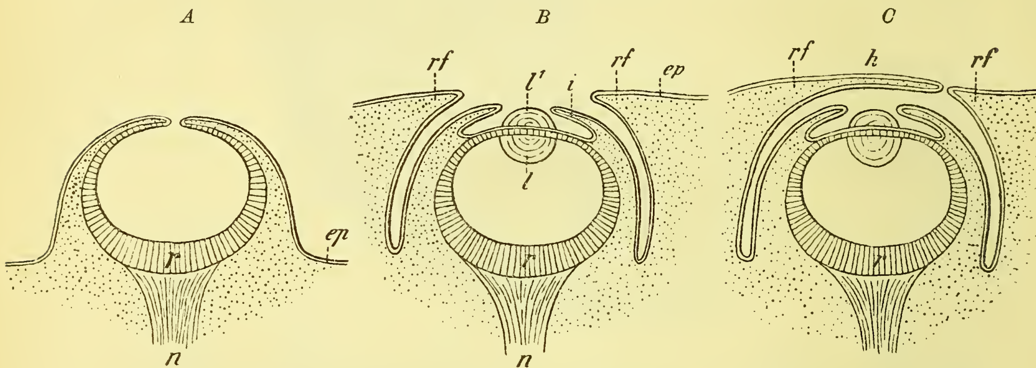


Fig. 265. Auge verschiedener Tintenfische, durchgeschnitten, Schema. *A Nautilus*, *B*, *C* verschiedene Zweikiemer. *ep* Oberhaut, *h* Hornhaut, *i* Iris, *l* innerer, l^1 äusserer Abschnitt der Linse, *n* Sehnerv, *r* Netzhaut, *rf* Ringfalte. — Orig.

Bei den übrigen Cephalopoden ist eine geschlossene Augenblase entwickelt, welcher aussen eine Linse angefügt ist; die innere Hälfte dieser Linse ist von dem Epithel der Augenblase abgesondert, die äussere Hälfte von der Oberhaut. Ferner ist bei diesen im Umkreis des Auges eine grosse, augenlidartige Ringfalte vorhanden, welche einen Raum um das Auge herum begrenzt; bei einigen 10-armigen (*Oegopsidae*, Fig. 265 *B*) steht dieser Raum in weit offener Verbindung mit der Aussenwelt, bei den übrigen 10-armigen (*Myopsidae*) und bei den 8-armigen (Fig. 265 *C*) erstreckt die Falte sich vollständig über das Auge hinweg, und die in den Raum führende Oeffnung ist ganz klein geworden; an der Stelle, wo die Falte vor der Linse liegt, ist sie durchsichtig und wird als Hornhaut bezeichnet. In dem genannten, äusserlich von dieser Falte begrenzten Raum findet sich eine zweite, kleinere, pigmentirte Ringfalte, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit der Iris der Wirbelthiere besitzt und auch mit diesem Namen bezeichnet wird. — Als Geruchsorgan wird eine Hautvertiefung gedeutet, welche sich seitlich am Kopfe hinter dem Auge befindet, und zu welcher ein vom Gehirn entspringender Nerv geht.

Die Mundöffnung ist von einer vorspringenden Ringfalte, der Lippe, umgeben, innerhalb welcher zwei kräftige, hornartige Kiefer,

ein Ober- und ein Unterkiefer, sich befinden; letzterer greift mit seinem Rand vor den ersteren, und beide haben zusammen eine grosse Aehnlichkeit mit einem umgekehrten Papageienschnabel. In der mit sehr musculösen Wänden versehenen Mundhöhle findet sich eine ähnliche Radula wie bei den Schnecken. Der After liegt weit vorn auf der Bauchseite des Körpers in der Mantelhöhle, in der Mittellinie des Thieres. Es sind ein Magen, eine grosse Leber, in der Regel auch Speicheldrüsen vorhanden. — Das Herz besteht aus einer Herzkammer und so vielen Vorhöfen, wie Kiemen vorhanden sind, d. h. 4 beim Nautilus, 2 bei den übrigen Cephalopoden. Bei den Zweikiemern sind die grossen Venenstämme, welche das Blut zu den Kiemen führen, vor dem Eintritt in die letzteren erweitert und rhythmisch contractil: Kiemenherzen. — Die Nieren, beim Nautilus zwei Paare, bei den Zweikiemern ein Paar, sind sackförmige Organe, welche mit je einer Oeffnung (symmetrisch) in die Mantelhöhle ausmünden,

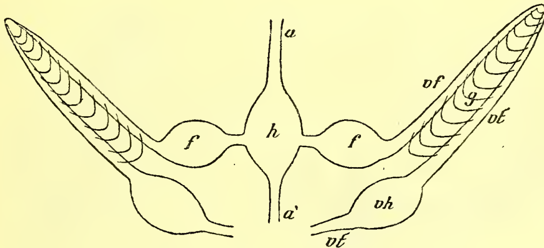


Fig. 266. Schema des Herzens etc. eines Cephalopoden. *h* Herzkammer, *f* Vorhof, *a*, *a'* Arterien, *vh* Kiemenherz, *vt* Vene nach der Kieme, *vf* Vene aus der Kieme, *g* Kieme. — Orig.

bei einigen Zweikiemern sind die beiden Nieren theilweise verschmolzen, jede besitzt aber ihre Oeffnung. Die Nieren zeichnen sich dadurch aus, dass von den grossen angrenzenden Venen traubenförmige Ausstülpungen entspringen, welche die dicht anliegende Wand der Niere in den Hohlraum der Niere einstülpen; diese Ausstülpungen hängen somit anscheinend frei in den Nierensack hinein.

Die Geschlechtsorgane sind bei Weibchen und Männchen — die Cephalopoden sind stets getrennten Geschlechts — in ziemlich übereinstimmender Weise angeordnet. Es findet sich ein unpaarer Eierstock, resp. Hoden; beide setzen sich nicht direct in die Ausführungsgänge fort, sondern sind in einen dünnwandigen Sack eingeschlossen, von welchem diese entspringen. Bei einigen Cephalopoden sind zwei symmetrische Eileiter vorhanden, welche sich, einer auf jeder Seite, hinter dem After in die Mantelhöhle öffnen; bei anderen fehlt der eine Eileiter (in der Regel der rechte). Dicht bei den Geschlechtsöffnungen münden bei manchen Cephalopoden-Weibchen ein Paar grosse Drüsen, die Nidamentaldrüsen, deren Secret zur Bildung der Eierkapseln verwendet wird. — Bei einzelnen Cephalopoden finden sich ebenfalls zwei symmetrische Samenleiter, in der Regel ist aber nur der eine, der linke, vorhanden. Der Same wird in gestreckte, fast fadenförmige Spermatophoren eingeschlossen, welche in einer mit dem Samenleiter verbundenen Drüse gebildet werden.

Sehr merkwürdig ist die Art und Weise, wie die Spermatophoren bei den Zweikiemern auf das Weibchen übertragen werden. Es geschieht dies mittels eines Armes des Männchens, welcher für diese Aufgabe besonders ausgebildet, „hectocotylisirt“ ist. Bei den 10-armigen ist es in der Regel ein Arm des 4. Paares (seltener des ersten Paares), bei den 8-armigen stets ein Arm des 3. Paares, entweder der linke oder der rechte, selten beide. Die Weise, in welcher der Arm umgebildet ist, ist verschieden; er kann an der Spitze löffelförmig ausgehöhlt und längs des Randes mit einem häutigen Saum versehen sein (8-armige), oder die Saugnäpfe können in der Mitte oder an der Basis des Armes fehlen oder umgebildet sein (10-armige), etc. Am grössten ist die Umbildung bei einzelnen 8-armigen (darunter die unten zu erwähnende *Argonauta*), bei welchen der betreffende Arm ausschliesslich in den Dienst der Begattung getreten ist: er ist bei diesen vor dem Gebrauch in einen Sack eingeschlossen,

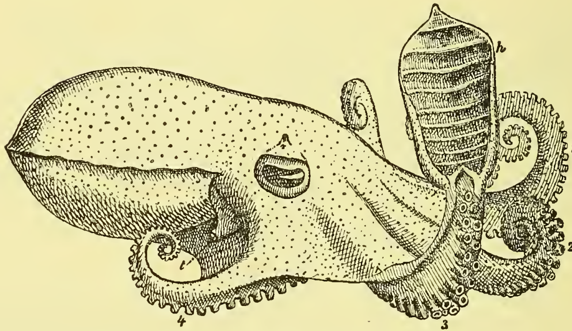


Fig. 267. Achtarmiger Tintenfisch, bei dem der hectocotylisirte Theil (*h*) des dritten rechten Armes sehr stark entwickelt ist. *t* Trichter, 1—4 erster—vierter rechter Arm. — Nach Verrill.

und bei der Begattung wird er losgerissen und bleibt, mit Samen erfüllt, in der Mantelhöhle des Weibchens zurück, wo er sich noch einige Zeit lebendig und beweglich erhält, weshalb er seiner Zeit für einen eigenthümlichen Schmarotzer angesehen und unter dem Namen *Hectocotylus* beschrieben wurde; später wurde er von Einigen als das sehr stark umgestaltete Männchen aufgefasst, bis endlich seine wahre Natur sich herausstellte. (Bei dem Männchen des Nautilus findet sich auf der linken Seite eine kleine Gruppe umgeformter Tentakel, welche möglicherweise ebenfalls im Dienst der Begattung stehen.)

Die Eier werden entweder haufenweise in Schleimmassen oder einzeln in festere Kapseln eingeschlossen etc. abgelegt. Sie sind von verhältnissmässig bedeutender Grösse; die Furchung ist partiell und der Embryo oftmals eine Zeit lang mit einem grossen Dottersack versehen, welcher zwischen den Armen heraushängt. Eine Metamorphose wird nicht durchlaufen; die neugeborenen Jungen haben in der Hauptsache dasselbe Aussehen wie die Erwachsenen.

Die Cephalopoden, welche sämmtlich im Meere leben, sind grösstentheils gefrässige Raubthiere, welche ihre Beute (z. B. Krebse) mit den Armen ergreifen; letztere werden ausserdem als Werkzeuge zum Kriechen (besonders bei den 8-armigen) verwendet. Ein langsames Schwimmen, vorwärts oder rückwärts, kann durch Bewegungen

der Flossen stattfinden; eine eilige Flucht, rückwärts, meistens unter gleichzeitiger Abgabe von Tinte, wird dagegen dadurch bewirkt, dass die Thiere das in die Mantelhöhle aufgenommene Wasser durch den Trichter ausstossen. Die besten Schwimmer sind die 10-armigen, während die 8-armigen im Ganzen mehr Kriecher sind. Manche Cephalopoden (besonders 10-armige, einige 8-armige) werden, oft schaarenweise, auf dem offenen Meere gefunden; andere sind mehr Küstenthiere. Sie sind am reichsten in den wärmeren Meeren vertreten.

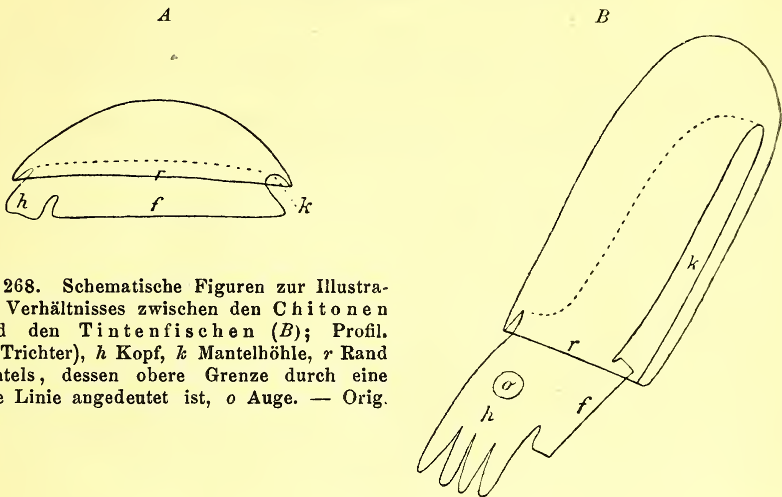


Fig. 268. Schematische Figuren zur Illustration des Verhältnisses zwischen den Chitonen (*A*) und den Tintenfischen (*B*); Profil. *f* Fuss (Trichter), *h* Kopf, *k* Mantelhöhle, *r* Rand des Mantels, dessen obere Grenze durch eine punktirte Linie angedeutet ist, *o* Auge. — Orig.

Den Cephalopoden-Typus kann man sich von einem Geschöpf wie *Chiton* (oder einem ähnlichen) abgeleitet denken, indem der obere Theil von Chiton stark in die Höhe entwickelt, die Mantelrinne an der Hinterseite dieses aufgerichteten Theiles stark vertieft, der Kopf kräftig ausgebildet und der Fuss reducirt wird.

1. Ordnung. **Vierkiemer** (*Tetrabranchiata*).

Zahlreiche Arme (Tentakel) ohne Saugnäpfe. Trichter eine zusammengerollte Platte. Augen ohne Linse. 4 Kiemen (4 Vorhöfe, 4 Nieren). Kein Tintenbeutel. Aeussere Schale.

Die Vierkiemer sind in der jetzigen Erdperiode nur durch die Gatt. *Nautilus* vertreten, von welcher ein paar Arten im Indischen und Grossen Ocean vorkommen; sie leben sowohl auf dem Boden kriechend als an der Oberfläche schwimmend. In früheren Perioden (schon in der Silurformation) war die Abtheilung reich entwickelt, z. Th. durch Formen mit einer geraden oder schwach gebogenen Schale vertreten (vergl. S. 344).

Eine sehr reichhaltige Gruppe ausgestorbener Thiere sind die **Ammoniten**, welche eine ähnliche mehrkammerige Schale wie Nautilus besitzen, mit durchbohrten Scheidewänden, spiralig gewunden oder gerade, gebogen etc., welche sich aber von derjenigen des Nautilus dadurch unterscheidet, dass das Loch der Scheidewände dicht an der convexen Seite der gebogenen oder gewundenen Schalenröhre liegt (beim Nautilus in der Regel

ungefähr in der Mitte), und dadurch, dass die Scheidewände längs ihrer Anheftung an der Innenseite der Schale stark gebuchtet sind; manche waren mit einem Schalendeckel (*Aptychus*) versehen. Die Ammoniten treten zuerst in der silurischen Formation auf, sterben in der Kreideformation aus. Ihre systematische Stellung ist ganz unsicher; wir nennen sie hier wegen der Aehnlichkeit der Schale mit derjenigen des Nautilus, ob sie aber mit diesem verwandt sind, ist nicht zu sagen.

2. Ordnung. **Zweikiemer** (*Dibranchiata*).

8—10 Arme mit Saugnäpfen. Trichter röhrenförmig. Augen mit einer Linse. 2 Kiemen (2 Vorhöfe, 2 Nieren). Tintenbeutel. Innere oder keine Schale.

1. Zehnarmige Tintenfische (*Decapoda*). 10 Arme, Saugnäpfe gestielt und mit Hornring, Schale vorhanden, Rumpf gestreckt und mit Flossen. — Hierzu gehört z. B. die in den europäischen Meeren häufige *Sepia officinalis*, deren dicke, aus feinen Kalklamellen zusammengesetzte Schale (*Os sepiae* der Apotheker) für verschiedene technische Zwecke verwendet wird, und der ebendaselbst lebende Kalmar (*Loligo vulgaris*) mit dünner, hornartiger Schale. Ferner die Riesentintenfische (*Architeuthus*), pelagische Thiere von mehreren Metern Länge, übrigens in Körpergestalt vom gewöhnlichen Zehnarmer-Typus nicht abweichend. — Die sogenannten „Donnerkeile", welche man häufig in den Schreibkreideschichten und in Folge der in der Glacialperiode stattgefundenen Umwälzungen auch in den glacialen Ablagerungen Nordeuropas findet, sind das hintere dornförmige Ende der Schale gewisser ausgestorbener zehnarmiger Cephalopoden (*Belemnites*).

2. Achtarmige Tintenfische (*Octopoda*). 8 Arme, ungestielte Saugnäpfe ohne Hornring, keine Schale, plumper, flossenloser Rumpf. — Hierzu gehört z. B. der *Octopus vulgaris*, ein grosser, langarmiger Tintenfisch mit kleinem, rundlichem Rumpf, im Mittelmeer häufig. Ferner *Argonauta argo*, dessen Weibchen sich dadurch auszeichnet, dass das obere Paar Arme nach hinten gerichtet und stark zusammengedrückt ist, so dass sie zwei den Rumpf umgebende Platten bilden; beide Platten sondern auf ihrer nach innen gekehrten Seite zusammen eine dünne, mützenförmige Kalkschale ab, welche dem Körper als Schutz dient und in welcher die Eier aufgehoben werden; diese Schale hängt an keiner Stelle inniger mit der Oberfläche des Thieres zusammen. Das Männchen von Argonauta besitzt einen Hectocotylus, hat aber das 1. Armpaar auf normale Weise ausgebildet und ist ohne Schale. Die Argonauten sind pelagische Thiere.

---

8. Kreis. **Wirbelthiere** (*Vertebrata*).

Allgemeine Uebersicht. Die Wirbelthiere haben einen symmetrischen Bau. An der Rückenseite liegt das Centralnervensystem, dessen vorderster Theil gewöhnlich zum Gehirn angeschwollen ist, während der übrige Theil einen langen Strang, das Rückenmark, bildet. Unterhalb des Nervensystems liegt ein anderer strangförmiger Körper, die Rückensaite *Chorda dorsalis*; um die letztere und das centrale Nervensystem herum sind in der Regel Skelettheile entwickelt. Unterhalb der Chorda findet sich der Darmkanal mit der Mundöffnung am Vorderende des Thieres, dem After an der Unterseite, gewöhnlich in ansehnlicher Entfernung vom Hinterende. Das Herz liegt vorn unterhalb des Darmkanals. Es sind ein Paar Nieren und ein Paar Geschlechtsdrüsen vorhanden; die Ausführungsgänge sowohl der ersteren als der letzteren münden in der Nähe des Afters oder in den hinteren Theil des Darmkanals. Darmkanal, Herz etc. liegen in einer geräumigen Leibeshöhle. Augen, Gehör- und Geruchsorgane am vorderen Theil des Körpers. — Der Körper zerfällt naturgemäss in drei auf einander folgende Abschnitte: 1) den Kopf, mit Gehirn, Sinnesorganen, Mundhöhle; 2) den Rumpf, den vom Kopf bis an den After reichenden Theil des Körpers, welcher die Leibeshöhle mit den darin eingeschlossenen Organen umfasst und meistens mit zwei Paar Anhängen, den Gliedmaassen, ausgestattet ist, die — besonders bei den höheren Wirbelthieren — eine wichtige Rolle bei der Bewegung spielen; 3) den Schwanz, den musculösen Endabschnitt des Körpers, bei den Fischen als ein mächtiges Bewegungswerkzeug entwickelt, bei den höheren Wirbelthieren meistens von untergeordneterer Bedeutung. Bei den höheren Wirbelthieren, von den Reptilien an, ist der vordere Theil des Rumpfes als Hals ausgebildet, d. h. die Leibeshöhle zieht sich aus dem vorderen Theil des Rumpfes zurück, Organe (z. B. das Herz), welche sonst hier ihren Platz haben, rücken weiter nach hinten, und der vordere Abschnitt wird so zu einem musculösen, im Wesentlichen eingeweidelosen, stielartigen Verbindungsglied zwischen Kopf und Rumpf, was von der grössten Bedeutung für die freie Beweglichkeit des Kopfes ist.

Die Oberhaut ist beim *Amphioxus* ein einschichtiges Cylinderepithel, bei den übrigen Wirbelthieren dagegen stets ein mehr-

schichtiges Plattenepithel von verschiedener Dicke. Bei den Fischen sind sämmtliche Oberhautzellen protoplasmatische weiche Zellen, bei den übrigen besteht dagegen der äussere Theil der Oberhaut aus vollständig verhornten Zellen, so dass man in der Oberhaut eine äussere Hornschicht und eine tiefere Schleimschicht (*Rete Malpighii*) unterscheidet, welch letztere aus protoplasmatischen Zellen besteht. Die Hornschicht ist bei den Amphibien nur eine oder zwei Zellen stark, bei den höheren Wirbelthieren dicker; an verschiedenen Theilen der Körper-Oberfläche ist sie in verschiedener Weise entwickelt und kann an gewissen Stellen eine sehr bedeutende Dicke und grosse Festigkeit erreichen. Derartige verdickte, feste Partien der Hornschicht sind die Krallen der Reptilien, Vögel und Säugethiere, welche dütenförmig das Endglied der Finger und Zehen umgeben. Die Häutung der Wirbelthiere besteht in einem Abwerfen der Hornschicht entweder als eines zusammenhängenden Ganzen (Amphibien, einige Reptilien) oder stückweise. Unterhalb der Oberhaut findet man die bindegewebige Lederhaut, von verschiedener Dicke und Festigkeit, durch das lockere subcutane Bindegewebe mit den unterliegenden Theilen verbunden; in der Lederhaut sind häufig glatte Muskelzellen oder quergestreifte Muskelfasern vorhanden, ebenso wie auch unterhalb derselben, aber in Zusammenhang mit ihr, besonders bei höheren Wirbelthieren häufig zusammenhängende platte Hautmuskeln (aus quergestreiften Muskelfasern bestehend). Sowohl in der Ober- als in der Lederhaut findet sich sehr häufig in die Zellen Pigment eingelagert. Zur Haut gehören Drüsen von mancherlei Art: bei den Fischen finden sich zwischen den Zellen der äussersten Oberhautschicht schleimabsondernde Becherzellen; echte Drüsen sind dagegen in der Regel in der Haut der Fische nicht vorhanden, während sie den übrigen Wirbelthieren in grosser Ausdehnung zukommen, in die Lederhaut (oder unterhalb derselben) eingesenkt, durch die Oberhaut ausmündend. In der Lederhaut sind häufig, bei Mitgliedern aller Wirbelthierklassen (mit Ausnahme der Lanzettfische [*Amphioxus*]), Verknöcherungen, namentlich in Form dünnerer oder dickerer Platten (Schuppen der Fische etc.) vorhanden. Zuweilen erreichen diese Verknöcherungen einen bedeutenden Umfang und können sich zu einem Hautskelet mit einander verbinden, welches grössere oder kleinere Theile des Körpers umgiebt (bei gewissen Fischen, den Schildkröten, einzelnen Säugethieren). Die Hautknochen treten auch in grossem Umfange mit dem inneren Skelet, besonders mit dem des Kopfes, in Verbindung.

Das innere Skelet wird auf sehr frühen Stufen der Entwicklung ausschliesslich durch die Rückensaite, *Chorda dorsalis*, repräsentirt, einen gewöhnlich aus zelligem Bindegewebe bestehenden Strang oder Stab unterhalb des Centralnervensystems. Bei *Amphioxus* besteht das Skelet auch bei dem ausgebildeten Thiere fast allein aus der Chorda (Fig. 293, S. 384); bei den übrigen Wirbelthieren aber entwickeln sich, zum grossen Theil um die Chorda und in Verbindung mit ihr, andere Skelettheile, welche die Chorda an Masse weit übertreffen, ja letztere wird häufig fast ganz von den neugebildeten Skelettheilen verdrängt. Letztere bestehen theils aus Knorpel, theils aus Knochengewebe; bei denjenigen Wirbelthieren, deren Skelet im ausgebildeten Zustande hauptsächlich aus Knochengewebe besteht, sind die meisten Theile übrigens anfänglich knorpelig, später

wird der Knorpel entweder allmählich aufgelöst und durch Knochengewebe ersetzt: er verknöchert, oder er wird von Knochenplatten, Deckknochen, überdeckt und bleibt dann entweder unterhalb letzterer bestehen oder schwindet allmählich.

Wir betrachten zunächst das Skelet des Stammes, d. h. des Körpers mit Ausschluss der Gliedmaassen. Um die Chorda entwickelt sich im Rumpf und im Schwanz bei gewissen Fischen eine zusammenhängende Knorpelröhre, welche die Chorda umschliesst; oben schliesst sich an diese Röhre eine Reihe kurzer, dachförmiger Körper, Bogen, welche das Rückenmark umgeben. Bei den allermeisten Wirbelthieren ist jedoch die Knorpelröhre in eine grössere Anzahl auf einander folgender Stücke getheilt, meistens eines für jeden Bogen, welche zusammen die Chorda umschliessen. Diese Stücke, welche man als Wirbelkörper bezeichnet, haben eine sehr verschiedene Form und Ausbildung; zuweilen bleibt die umschlossene Chorda in grosser Ausdehnung erhalten, in anderen Fällen wird sie stark rückgebildet oder schwindet sogar ganz. Ein Wirbelkörper + dem mit ihm verbundenen Bogen wird als ein Wirbel bezeichnet; Bogen und Körper sind in der Regel fest verwachsen und bestehen aus Knorpel- oder Knochengewebe. An die Wirbel schliessen sich im Schwanz häufig untere Bogen von ähnlichem Aussehen wie die oben genannten oberen Bogen; sie umgeben die grossen Gefässstämme des Schwanzes. Von den Wirbeln entspringen meistens verschiedene Fortsätze: oben in der Mitte des Bogens der Dornfortsatz, seitlich Querfortsätze, Gelenkfortsätze mit Gelenkflächen, welche sich an die entsprechenden des folgenden Wirbels anlegen, etc. An die Wirbel des Rumpfes — meistens mit Ausnahme der vorderen und hinteren — heften sich Rippen, ein Paar an jeden Wirbel. Es sind dies knorpelige oder knöcherne gebogene Stäbe, welche als Stützen in der Körperwand liegen; unten verbinden sie sich bei den höheren Wirbelthieren theilweise mit einem Brustbein, einem unpaaren (meistens theilweise oder fast vollständig verknöcherten) Knorpel, welcher seinen Platz unten in der Körperwand hat; bei den Fischen fehlt er, bei den Amphibien ist er zwar vorhanden, steht aber nicht mit den Rippen in Zusammenhang. — Bei den höheren Wirbelthieren (Reptilien, Vögeln, Säugethieren, theilweise auch schon bei den Amphibien) zerfällt die Reihe der Rumpfwirbel in mehrere Abschnitte: 1) die Halswirbel, ohne Rippen oder mit kleinen Rippen, 2) die Brustwirbel mit wohlentwickelten Rippen, 3) die Lendenwirbel, rippenlose Wirbel, welche auf die Brustwirbel folgen, 4) die Sacralwirbel, an welchen das Becken befestigt ist; solche Abschnitte lassen sich dagegen bei den Fischen nicht unterscheiden, deren Rumpfwirbel sich gewöhnlich alle in der Hauptsache gleich verhalten.

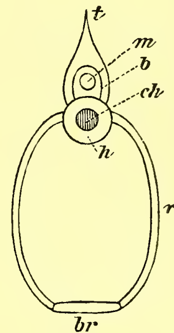


Fig. 269. Schema eines Wirbels mit den zugehörigen Theilen. *ch* **Chorda,** *h* **Wirbelkörper,** *b* **Bogen,** *t* **Dornfortsatz,** *m* **Rückenmark,** *r* **Rippe,** *br* **Brustbein. — Orig.**

Die Grundlage des Skelets des Kopfes wird von einer festen Kapsel gebildet, welche das Gehirn umschliesst, in deren Wand die Gehörorgane eingebettet sind und welche ausserdem für die Seh- und Geruchsorgane eine Stütze abgiebt: die Schädelkapsel, deren

untere Wand in der Fortsetzung der Reihe der Wirbelkörper liegt und das vordere, beim ausgebildeten Thiere stark rückgebildete Ende der Chorda einschliesst. Die Kapsel besteht beim Embryo zuerst stets aus Knorpel, beim ausgebildeten Thiere gleichfalls zuweilen aus diesem Gewebe allein (nebst fibrösem Bindegewebe, welches kleinere oder grössere Oeffnungen der Knorpelkapsel ausfüllt), während bei der Mehrzahl der Wirbelthiere der Knorpel theilweise, meistens zum allergrössten Theil, im Laufe der Entwicklung durch Knochengewebe ersetzt wird. Das Knochengewebe nimmt dabei zum Theil, wie es auch in anderen Abschnitten des Skelets überwiegend der Fall ist, geradezu den Platz des Knorpels ein: letzterer wird allmählich aufgelöst, und gleichzeitig entwickelt sich an seiner Stelle Knochengewebe. Zum grossen Theil aber entwickelt sich die Knochenmasse des Schädels in Form von Platten, Deckknochen (Belegknochen), welche in dem umgebenden Bindegewebe entstehen und sich äusserlich dem Schädel anlegen, indem sie theils die obengenannten von Bindegewebe ausgefüllten Oeffnungen, theils auch den Knorpel selbst überdecken, welch letzterer zuweilen (z. B. bei manchen Knochenfischen) in grösserer oder geringerer Ausdehnung unterhalb der Deckknochen erhalten bleibt, während er in anderen Fällen verschwindet. Der ausgebildete Schädel besteht demnach theils aus Knochentheilen, die sich im Knorpel entwickelt haben, theils aus Deckknochen; erstere bestehen aus einer Anzahl gesonderter Knochenstücke (durch Ueberreste des Knorpels verbunden, während die Deckknochen durch Bindegewebe verbunden sind), und der knöcherne Schädel ist somit aus vielen getrennten Knochen zusammengesetzt, welche übrigens öfters bei alten Thieren alle oder zum Theil mit einander verschmelzen. — An den Schädel schliesst sich jederseits eine Anzahl Visceralbogen (Fig. 301 *A*, S. 394), welche ebenso wie der Schädel anfänglich knorpelig sind; es sind bogenförmige Körper, welche wie Spanten in der Mundhöhlenwand liegen; unten stossen sie entweder direct (der vorderste Visceralbogen) mit den entsprechenden der anderen Seite zusammen oder verbinden sich mit einer Reihe (oder einem einzigen) unpaarer Knorpel- oder Knochenstücke (*Copulae*). Der erste Visceralbogen, der Kieferbogen, ist kräftiger als die folgenden und in eine obere und eine untere Partie, den Gaumenknorpel (*Palato-Quadratum*) und den Unterkieferknorpel, getheilt. Auch der folgende Bogen, der Zungenbeinbogen, ist gewöhnlich kräftig entwickelt. Die übrigen Visceralbogen werden als Kiemenbogen bezeichnet; bei den Fischen und den Amphibienlarven sind gewöhnlich 4, 5 oder mehr Kiemenbogen jederseits vorhanden, während man sonst bei den Wirbelthieren deren gewöhnlich höchstens 1 oder 2 findet. Ebenso wie andere Theile des Skelets werden die Visceralbogen bei den meisten Wirbelthieren im Laufe der Entwicklung ganz oder theilweise durch Knochen ersetzt oder von solchen überdeckt, der Gaumenknorpel von den als Gaumen-, Flügel- und Quadratbein bezeichneten Knochen, der Unterkieferknorpel von einem oder mehreren Knochen, etc. — Von den Visceralbogen unabhängig sind die Ober- und Zwischenkiefer, paarige Knochen, welche bei den meisten Wirbelthieren vorhanden sind und die vordere Begrenzung des Mundrahmens bilden; sie entwickeln sich im Bindegewebe, und es gehen ihnen keine knorpeligen Theile voraus.

Die vorderen Gliedmaassen sind mit dem Körper durch den Schultergürtel verbunden, welcher auf jeder Seite aus einem

knorpeligen oder knöchernen Bogen besteht, der in den vordersten Theil des Rumpfes eingelagert ist; zuweilen gehen beide Bogen unten direct in einander über, meistens sind sie aber getrennt. Gewöhnlich zerfällt jeder Bogen, wenn er verknöchert ist, in einen oberen Abschnitt (oberhalb der Einlenkungsstelle der Gliedmaasse, des Schultergelenks), das Schulterblatt (*Scapula*), und einen unteren, das Coracoïd (Rabenschnabelbein); vor dem letzteren findet man häufig noch einen besonderen Knochen, das Schlüsselbein (*Clavicula*). Coracoid und Schlüsselbein heften sich, wenn ein Brustbein vorhanden ist, gewöhnlich mit ihrem unteren Ende an dieses. — Das Skelet der Vordergliedmaassen selbst ist bei den Fischen plattenförmig, aus radial angeordneten Knorpel- oder Knochenstücken zusammengesetzt (Näheres siehe unten bei den Fischen). Bei den übrigen Wirbelthieren hat das Skelet der Vordergliedmaassen einen ausgeprägten gemeinsamen Typus: Am Schultergürtel ist mit seinem einen Ende ein länglicher Knochen, das Oberarmbein (*Humerus*), eingelenkt; an sein unteres Ende schliessen sich zwei ebenfalls längliche Knochen, welche neben einander liegen, die Speiche (*Radius*) und die Elle (*Ulna*), zusammen den Unterarm bildend; die Elle hat gewöhnlich an ihrem oberen Ende einen das obere Ende der Speiche überragenden Fortsatz (Ellenbogen, *Olecranon*). Am unteren Ende des Unterarms findet sich die Handwurzel (*Carpus*), welche aus einer Anzahl kleiner Knorpel- oder Knochenstücke besteht; vollständig ausgebildet, ist die Handwurzel durch zwei Querreihen von Knorpeln oder Knochen repräsentirt, mit drei Stücken in der oberen an den Unterarm grenzenden Reihe (*Radiale, Intermedium, Ulnare*) und fünf in der unteren Reihe, einem für jeden Mittelhandknochen (1., 2., 3., 4. und 5. *Carpale*); endlich ist zwischen beiden Reihen ein kleiner Knochen (Knorpel) eingeschoben, das *Centrale* (selten sind zwei Centralia vorhanden). An die Handwurzelknochen, welche mannigfachen Modificationen unterworfen sind, schliessen sich 5 (oder eine geringere, seltener eine grössere Anzahl) Reihen von Knorpel- oder Knochenstücken, von welchen das proximale jeder Reihe als Mittelhandknochen (*Metacarpale*), die anderen als Fingerglieder (*Phalanges*) bezeichnet werden. Während die Mittelhandknochen gewöhnlich dicht an einander liegen und von einer gemeinsamen Haut umschlossen werden, sind die Finger meistens grösstentheils frei.

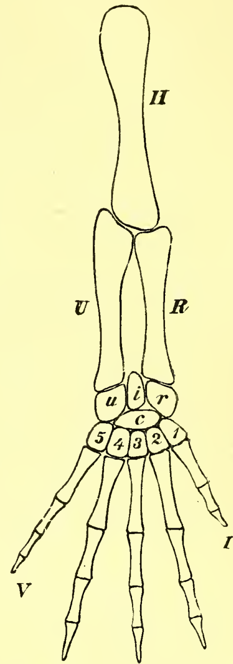


Fig. 270. Schema des Skelets der Vordergliedmaasse der Wirbelthiere (mit Ausnahme der Fische). *H* Oberarmknochen, *R* Radius, *U* Ulna, *u* Ulnare, *i* Intermedium, *r* Radiale, *c* Centrale, *1—5* Carpale Nr. 1, 2 etc.; *I—V* 1.—5. Finger. — Orig.

Der Beckengürtel, welcher für die Hintergliedmaassen dieselbe Rolle spielt, wie der Schultergürtel für die Vordergliedmaassen, ist ein unpaarer oder paariger Knorpel- oder Knochenbogen, an welchem die Hintergliedmaassen eingelenkt sind. Er steht bei den Fischen nicht mit der Wirbelsäule in Verbindung; bei den übrigen Wirbel-

thieren ist er dagegen fast immer oben an jeder Seite mit einem oder mehreren Wirbeln, den Sacralwirbeln, eng verbunden. Aehnlich wie der Schultergürtel zerfällt er — von den Fischen abgesehen — jederseits in einen oberen Abschnitt, oberhalb der Einlenkungsstelle der Hintergliedmaassen (des Hüftgelenkes), das Darm- oder Hüftbein (*Os ilium*), und einen unteren Abschnitt, welcher jedoch gewöhnlich wieder in eine vordere und eine hintere, das Schambein (*Os pubis*), und das Sitzbein (*Os ischii*), getheilt ist; letztere stossen in der Regel unten in der Mittellinie mit den entsprechenden der entgegengesetzten Seite zusammen. Darm-, Scham- und Sitzbein sind jedenfalls bei jüngeren Thieren durch je einen besonderen Knochen vertreten, welcher durch Knorpel (woraus ursprünglich das ganze Becken besteht) mit den anderen zusammenhängt; später verschmelzen häufig alle drei mit einander. — Das Skelet der Hintergliedmaassen schliesst sich eng an das der Vordergliedmaassen an, und zwar sowohl bei den Fischen als bei den übrigen Wirbelthieren; wir haben bei letzteren ein Oberschenkelbein (*Femur*), dem Oberarmbein entsprechend, einen Unterschenkel (dem Unterarm entsprechend), bestehend aus einem Schienbein (*Tibia*) und einem Wadenbein (*Fibula*), eine Fusswurzel (*Tarsus*), aus zwei Reihen von Knochen (in der oberen Reihe: *Tibiale*, *Intermedium*, *Fibulare*; in der unteren: 1.—5. *Tarsale*) und einem *Centrale* (selten 2) bestehend, 5 Mittelfussknochen (*Metatarsalia*) und 5 Zehen, jede aus mehreren Zehengliedern (*Phalanges*) zusammengesetzt.

Die Knochen- oder Knorpelstücke sind zuweilen einfach durch eine zwischenliegende Bindegewebsschicht oder (seltener) durch Knorpel mit einander verbunden, und es besteht dann meistens nur eine geringe Beweglichkeit zwischen den betreffenden Theilen. Wenn die Beweglichkeit grösser ist, so ist in der Regel ein Gelenk vorhanden, d. h. die Knochen- und Knorpelstücke sind an der Stelle, wo sie an einander stossen, durch einen spaltförmigen, mit einer geringen Menge Flüssigkeit erfüllten Hohlraum, die Gelenkhöhle, getrennt und nur um letztere herum durch Bindegewebe verbunden (Gelenkkapsel). Die zusammenstossenden Flächen der betreffenden Skeletstücke, die Gelenkflächen, sind stets glatt und einander angepasst, übrigens aber von sehr verschiedener Form; handelt es sich um Knochenstücke, so sind die Flächen fast immer von einer dünnen Knorpellage (Gelenkknorpel) bedeckt, einem Ueberrest des Knorpels, aus welchem ursprünglich das ganze Skeletstück bestanden hat. Oft ist das Bindegewebe in der Umgebung des Gelenks theilweise zu festeren Strängen entwickelt, welche von einem Knochen zum anderen gehen: Bänder, Ligamente. — Wenn man von den Gelenkflächen absieht, sind die Knochen überall von einer in der Regel aus straffem (fibrösem) Bindegewebe bestehenden Knochenhaut, Periost, bekleidet, die Knorpelstücke ähnlich von einer Knorpelhaut (*Perichondrium*).

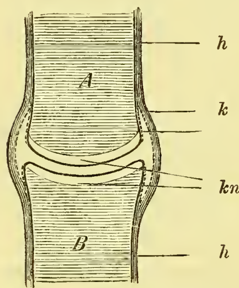


Fig. 271. Längsschnitt eines Gelenkes. *A* und *B* die zwei an einander stossenden Knochen, *h* Knochenhaut, *k* Gelenkkapsel, *kn* Knorpel an den Knochenenden. — Nach Gegenbaur.

Die Knochen bestehen, wenn sie nicht ungemein dünn sind, nicht

ausschliesslich aus Knochengewebe, sondern es sind in ihnen Hohlräume vorhanden, welche Bindegewebe und Gefässe enthalten. Der äussere Theil der Knochen besteht in der Regel aus einer festen Masse, der compacten Knochensubstanz, welche nur feinere, gegen das Knochengewebe an Masse zurücktretende Kanäle (Havers'sche Kanäle) enthält. Das Innere der Knochen besteht dagegen gewöhnlich aus spongiöser Knochensubstanz, in welcher die Kanäle und Hohlräume (Markräume) mehr überwiegen, das Knochengewebe in Gestalt feinerer Balken und Plättchen zwischen letzteren erscheint. In der Mitte grösserer Knochen befindet sich oft ein ausgedehnter, mit meistens fettreichem Bindegewebe erfüllter Hohlraum, die Markhöhle. — Auch in den Knorpelstücken sind, meistens aber in geringer Zahl, feine Kanäle vorhanden, welche Bindegewebe und Blutgefässe enthalten.

Da das Skelet der Wirbelthiere ein inneres ist, liegt die Musculatur natürlich zumeist aussen von demselben (während sie bei den Arthropoden etc. innen von dem Skelet liegt). Man theilt die Muskeln in diejenigen des Stammes und der Gliedmaassen ein. Bei Amphioxus und den Fischen bestehen die Muskeln des Stammes hauptsächlich aus grossen, zusammenhängenden, an der Seite von Rumpf und Schwanz gelagerten Muskelmassen, welche nicht in ein sehr nahes Verhältniss zum Skelet treten, und welche durch dünne, bindegewebige Scheidewände in eine Anzahl Segmente zerfallen; ausserdem sind kleinere Muskeln zur Bewegung des Visceralskelets, der Flossenstrahlen etc. vorhanden. Die Gliedmaassenmuskeln sind bei den Fischen gewöhnlich nur schwach entwickelt. Aehnliche Verhältnisse wie bei den Fischen bestehen z. Th. auch bei den Amphibien, während bei den höheren Wirbelthieren sowohl die Stammes- wie die Gliedmaassenmusculatur grösstentheils in zahlreiche selbständige Muskeln gesondert ist, welche von einem Knochen zum anderen gehen und an den Enden mit diesen eng verbunden sind; dabei sind die Gliedmaassenmuskeln in der Regel mächtig entwickelt. — Die Muskeln bestehen aus quergestreiften Muskelfasern, welche von Bindegewebe zusammengehalten werden. An den Enden gehen sie häufig in Sehnen über, welche aus straffem Bindegewebe bestehen; nicht selten sind die Sehnen, besonders bei Säugethieren und Vögeln, von ansehnlicher Länge. Zuweilen können die Sehnen in grösserer oder geringerer Ausdehnung verknöchern; besonders entwickeln sich oft in demjenigen Theil einer Sehne, welcher über einen Knochen hinweggleitet, kleine sogenannte Sesambeine mit einer dem Knochen zugekehrten überknorpelten Fläche; ein solches Sesambein ist die Kniescheibe der Vögel und Säugethiere.

Die centralen Theile des Nervensystems legen sich bei den Wirbelthieren als eine rinnenförmige Einfaltung des Ektoderms (Fig. 39, S. 53) längs der Rückenseite des Thieres an, welche sich später von dem übrigen Ektoderm abschnürt und als eine Röhre unterhalb der Haut liegt. Bei Amphioxus bleibt das Centralnervensystem das ganze Leben hindurch auf dieser Stufe stehen, bei den übrigen aber entwickelt sich der vorderste Theil stärker: zum Gehirn, im Gegensatz zu dem übrigen: dem Rückenmark. Das Lumen der Röhre bleibt in der Regel das ganze Leben hindurch bestehen, als ein enger Kanal (der Centralkanal) im Rückenmark, in Gestalt ausgedehnterer spaltförmiger Hohlräume (die Ventrikel) im Gehirn. Das Gehirn wird schon auf einer sehr frühen Entwicklungs-

stufe durch Einschnürungen in drei Abschnitte getheilt, von denen der erste und letzte wieder in je zwei zerfallen. Wir erhalten somit 5 Abschnitte: Vorder-, Zwischen-, Mittel-, Hinter- und

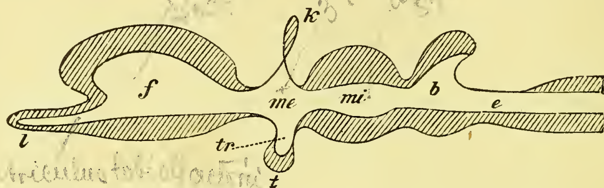


Fig. 272. Schematischer senkrechter Längsschnitt durch das Gehirn eines Wirbelthieres. *f* Vorder-, *me* Zwischen, *mi* Mittel-, *b* Hinter-, *e* Nachhirn, *l* Riechkolben, *k* Zirbel, *tr* Trichter, *t* Hirnanhang. — Orig.

Nachhirn, eines hinter dem anderen liegend, welche sich durch die ganze Wirbelthierreihe von den Fischen an nachweisen lassen, während übrigens in der Ausbildung sowohl des Gehirns als Ganzes als der einzelnen Abschnitte grosse Verschiedenheiten obwalten. Der vorderste, in der Regel wohlentwickelte, bei höheren Wirbelthieren (Vögeln und Säugethieren) sehr stark ausgebildete, Abschnitt, das Vorderhirn oder Grosshirn, ist gewöhnlich durch eine Längsfalte, welche sich von oben und vorn in dieselbe erstreckt, in zwei Hälften (Gehirnhemisphären) getheilt, welche sich vorn in ein Paar schmälere, hohle Körper, die Riechkolben (*Lobi olfactorii*), fortsetzen; die Wand des Vorderhirns ist sowohl oben als unten gewöhnlich stark verdickt. Das Zwischenhirn ist stets ziemlich klein; seine Wand ist nur seitlich und unten verdickt, oben sehr dünn; oben entsendet es einen nach oben gerichteten Fortsatz, welcher mit einem verschiedenartig gestalteten Körperchen, der Zirbeldrüse (*Glandula pinealis, Epiphysis*), endet; unten stülpt sich die Wand des Zwischenhirns zu einer trichterförmigen Vertiefung, dem Trichter (*Infundibulum*), aus, an welchen sich unten ein eigenthümlicher kleiner Körper (ursprünglich eine Einstülpung des Epithels der Mundhöhle) anheftet, der Hirnanhang (*Hypophysis, Glandula pituitaria*); die verdickten Seitentheile des Zwischenhirns werden als die Sehhügel (*Thalami optici*) bezeichnet. Zwischen dem Vorder- und dem Zwischenhirn befindet sich oben eine tiefe Quereinfaltung. Das Mittelhirn hat eine verdickte, durch eine Längsfurche in zwei Hälften getheilte obere Wand (bei den Säugethieren ausserdem eine Querfurche, wodurch die Oberseite in vier Erhöhungen getheilt wird, daher der Name: Vierhügel, *Corpora quadrigemina*). Das Hinterhirn oder Kleinhirn (*Cerebellum*) hat gewöhnlich eine stark verdickte, obere Wand, welche sich oft nach hinten über das Nachhirn neigt; das Hinterhirn ist be-

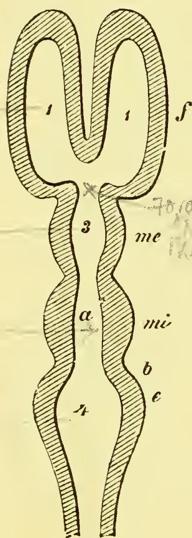


Fig. 273. Wagerechter Längsschnitt durch das Gehirn eines Wirbelthieres, Schema. *f* Vorder-, *me* Zwischen-, *mi* Mittel-, *b* Hinter-, *e* Nachhirn. 1, 1, die Hohlräume im Vorderhirn (*Ventriculi laterales*), 3 Hohlraum des Zwischenhirns (*Ventriculus tertius*), *a* desgl. des Mittelhirns (*Aquaeductus Sylvii*), 4 desgl. des Hinter- und Nachhirns (*Ventriculus quartus*). — Orig.

sonders bei Vögeln und Säugethieren stark entwickelt. Die obere Wand des Nachhirns ist dagegen sehr verdünnt, während übrigens dieser Gehirnabschnitt dem Rückenmark, in welches er sich hinten ohne Grenze fortsetzt, ziemlich ähnlich ist (wird auch als verlängertes Mark, ***Medulla oblongata***, bezeichnet). — Das Rückenmark erstreckt sich durch die Wirbelsäule als ein ungefähr cylindrischer Stab, welcher sich hinten verschmälert und zuspitzt; an den beiden Stellen, wo die Nerven für die Gliedmaassen entspringen, ist es meistens etwas angeschwollen. — Gehirn und Rückenmark sind aus zwei schon für das blosse Auge verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt, der grauen und der weissen Substanz; erstere besteht aus Ganglienzellen, welche in einer reichlichen Menge einer eigenthümlichen Art Bindegewebe (*Neuroglia*) eingebettet liegen, letztere besteht aus Nervenfasern.

Oft, z. B. bei den Säugethieren, reicht das Rückenmark beim ausgebildeten Thier nicht durch den ganzen Kanal bis in den hintersten Theil desselben, indem die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse dadurch eine Verschiebung erleiden, dass die Wirbelsäule stärker wächst als das Rückenmark und letzteres, welches vorn fixirt ist, dann nicht den ganzen Kanal ausfüllen kann, so dass dieser hinten leer wird. Die Folge hiervon ist wieder, dass die zwischen den hinteren Wirbeln austretenden Nerven von ihrem Ursprung an eine Strecke weit innerhalb des Wirbelkanals verlaufen.

Gehirn und Rückenmark sind von drei bindegewebigen Hüllen umgeben. Zuäusserst liegt die meistens fibröse harte Haut (***Dura mater***), welche stets zugleich die innere Oberfläche der Schädelhöhle bekleidet, während im Rückgratskanal bei den Säugethieren eine besondere von derselben getrennte Knochenhaut vorhanden ist, welche die Wand des Kanals auskleidet; die Dura mater bildet häufig grosse Falten, welche sich zwischen die Hirnabschnitte hineinstrecken. Dem Gehirn und Rückenmark zunächst liegt eine gefässreiche Hülle, die Gefässhaut (***Pia mater***), und zwischen ihr und der Dura die dünne Spinnwebehaut (***Arachnoidea***), welche bei den Fischen nicht von der Pia zu unterscheiden ist und auch bei anderen Wirbelthieren mit dieser eng zusammenhängt.

Vom Gehirn entspringt eine Anzahl Nervenpaare, welche theils Sinnesnerven (Tast-, Riech-, Seh- und Hörnerven), theils Bewegungsnerven sind; sie haben ihre hauptsächlichste Verbreitung am Kopf. Vom Zwischen- und Mittelhirn entspringen die Sehnerven, welche dadurch merkwürdig sind, dass sie an ihrem Ursprung sich kreuzen: der Sehnerv des rechten Auges entspringt links von der Mittellinie und umgekehrt. Am einfachsten verhält sich diese Kreuzung (***Chiasma***) bei manchen

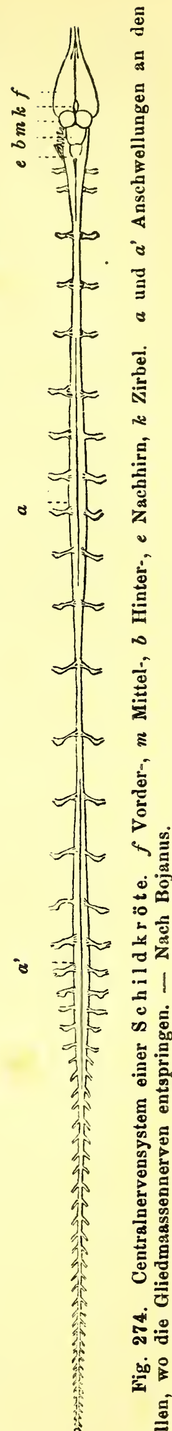


Fig. 274. Centralnervensystem einer Schildkröte. *f* **Vorder-,** *m* **Mittel-,** *b* **Hinter-,** *e* **Nachhirn,** *k* **Zirbel.** *a* **und** *a'* **Anschwellungen an den Stellen, wo die Gliedmaassennerven entspringen. — Nach Bojanus.**

Knochenfischen, bei denen beide Nerven sich einfach kreuzen, ohne mit einander in nähere Verbindung zu treten. Bei den meisten anderen Wirbelthieren wechseln dagegen die Sehnerven an der Kreuzungsstelle Nervenfasern aus, so dass zwar die Hauptmasse der von der rechten Seite entspringenden Nerven an das linke Auge tritt, aber einige seiner Nervenfasern an der Kreuzungsstelle umbiegen und in den anderen Sehnerven übergehen, welcher seinerseits einige Nervenfasern an den ersteren abgiebt. Von den anderen Gehirnnerven entspringen die Riechnerven von den Riechkolben, die übrigen aber grösstentheils von der Unterseite des Nachhirns. Einer derselben, der Vagus, ist dadurch merkwürdig, dass er sich nicht allein auf dem Kopfe verzweigt, sondern weit nach hinten verläuft und z. B. gewisse Theile des Darmkanals mit Nerven versorgt. — Die Rückenmarksnerven verlassen in der Regel den Wirbelkanal an der Seite zwischen den Wirbeln, ein Paar zwischen je zwei auf einander folgenden Wirbeln; jeder Nerv entspringt aus dem Rückenmark mit zwei Wurzeln, von welchen die obere, dicht an ihrem Ursprung mit einem kleinen Ganglion versehene, ausschliesslich sensible Nervenfasern enthält, während die untere ausschliesslich aus motorischen Fasern besteht. Die zu den Gliedmaassen gehenden Nerven entstammen einer Anzahl Rückenmarksnerven, die sich mit einander zu sogenannten Nervengeflechten (*Plexus*) verbinden, aus welchen dann wieder die Nerven der betreffenden Gliedmaasse entspringen (Armgeflecht, Kreuzgeflecht, für Vorder- resp. Hintergliedmaasse). — Ein eigenthümliches System von Nerven sind die sogenannten sympathischen Nerven (Sympathicus), deren Haupttheile ein Paar starker Nervenstränge sind, welche unterhalb der Wirbelsäule verlaufen und nur durch kleinere Verbindungsnerven mit dem Rückenmark und Gehirn zusammenhängen. Die sympathischen Nerven, welche sich zum Darmkanal und anderen Eingeweiden verzweigen, sind mit zahlreichen Ganglien ausgestattet; die Bewegung der Theile, welche von ihnen mit Nervenfasern versehen werden (z. B. der Darmmusculatur), ist unwillkürlicher Art.

Ueber die Tast- und Geschmacksorgane der Wirbelthiere siehe den Allgem. Theil S. 20—21.

Die Geruchsorgane sind bei den Fischen ein Paar grössere Gruben an der Oberfläche des Kopfes, von einem Epithel ausgekleidet, welches Sinneszellen enthält. Bei den übrigen Wirbelthieren sind die Geruchsorgane nur auf einer frühen Stufe des embryonalen Lebens zwei solche oberflächliche, längliche Gruben (Fig. 283); allmählich wird aber jede Grube von den benachbarten Theilen derartig umwachsen, dass sie zu einer Röhre mit einer vorderen und einer hinteren Oeffnung wird, von welchen erstere frei an der Oberfläche des Kopfes, letztere in die Mundhöhle innerhalb des Oberkieferrandes mündet (die Zwischen- und Oberkieferbeine entwickeln sich in denjenigen Theilen, welche die Riechgruben überwachsen haben). So wird das vordere Ende des Kopfes von zwei Röhren durchbohrt, welche meist dicht neben einander gelagert, nur durch eine ziemlich dünne Scheidewand getrennt sind; in den Röhren findet sich dann ein begrenzter Abschnitt, welcher die Riechzellen enthält. Oft entwickeln sich an der die Röhren auskleidenden Haut grosse Falten, welche innerlich von Knorpel- oder Knochentheilen gestützt werden können (die Nasenmuscheln). Vergl. übrigens die einzelnen Classen [1]). — Bei denjenigen

1) Bei gewissen Reptilien und den meisten Säugethieren findet sich in naher Verbindung mit dem Geruchsorgan ein eigenthümliches, sack- oder schlauchförmiges

Wirbelthieren, deren Geruchsorgane derartig als zwei von der Oberfläche des Kopfes zur Mundhöhle ziehende Röhren ausgebildet sind, dienen sie übrigens noch einer anderen Function, indem die atmosphärische Luft durch dieselben in die Respirationsorgane eintritt.

Das Auge oder der Augapfel besteht zuäusserst im grössten Theil seines Umfanges aus der Sehnenhaut (*Sclerotica*), einer festen, bindegewebigen Schicht von verschiedener Dicke, oft mit eingelagerten Knorpel- oder Knochentheilen, vorn aus der durchsichtigen Hornhaut (*Cornea*). Innerhalb der Sclerotica liegt die dunkelgefärbte Gefässhaut (*Chorioïdea*), innerhalb dieser wieder die Netzhaut (*Retina*), welche sich mit dem die Sehnen- und Aderhaut durchbohrenden Sehnerven verbindet. Im Hohlraum des Augapfels befindet sich nach aussen zu die Linse, welche hauptsächlich aus langen, faserförmigen Zellen besteht; sie ist bei Wasserthieren gewöhnlich ungefähr kugelig, bei Landthieren mehr abgeplattet. Hinter der Linse liegt der Glaskörper (*Corpus vitreum*), eine gallertige Bindegewebsmasse; zwischen der Linse und der Hornhaut ist ein mit Lymphe („wässeriger Flüssigkeit", *Humor aqueus*) erfüllter Spaltraum. Vor den Rand der Linse erstreckt sich eine ringförmige Fortsetzung der Gefässhaut, die musculöse, pigmentirte Regenbogenhaut (*Iris*), deren kreisförmig angeordnete Muskelzellen sich bei der Einwirkung des Lichts unwillkürlich zusammenziehen und die Oeffnung verengen, so dass weniger Licht in das Auge hineinfällt, wenn die Beleuchtung stark ist. Die Oeffnung der Regenbogenhaut, die Pupille, ist entweder rund oder länglich, in letzterem Fall entweder senkrecht oder wagerecht. Die Gefässhaut selbst ist dicht hinter der Linse mit einem Kranz von zahlreichen meridionalen Falten versehen (Strahlenkörper, *Corpus ciliare*, schwach entwickelt oder fehlend bei den Fischen).

Ueber die Entwicklung des Auges sei Folgendes bemerkt. Auf einer frühen Entwicklungsstufe bildet sich am vorderen Theil der vordersten Gehirnblase jederseits eine blasenförmige Ausstülpung, die primitive Augenblase, welche durch einen kurzen Stiel mit dem übrigen Gehirn zusammenhängt, während ihr äusserer Theil unmittelbar unterhalb der Haut liegt. Es erfolgt sodann eine Einstülpung des äusseren Theiles der primitiven Augenblase in den inneren Theil derselben, so dass sie zu einer doppelwandigen Schale, der secundären Augenblase (oder dem Augenbecher), umgebildet wird, während gleichzeitig der Stiel zwischen der Augenblase und dem Gehirn sich verlängert; darauf verschwindet die Höhlung des Stieles sowie die Spalte zwischen den beiden Blättern der Schale (die Höhlung der primitiven Augenblase). Der Stiel entwickelt sich zum Sehnerven, die Schale zur Netzhaut; das äussere Blatt der Schale wird sehr dünn und bildet eine Lage stark pigmentirter Zellen (Pigmentschicht der Netzhaut, *Tapetum nigrum*), während sich aus dem

---

paariges Organ, dessen Epithel Riechzellen enthält, und welches vom Riechnerven Nervenfasern erhält: das Jacobson'sche Organ. Bei den Reptilien (Schlangen und Sauriern) ist es ein kleiner Sack, welcher unterhalb der Nasenhöhle liegt und sich vorn in die Mundhöhle öffnet. Bei den Säugethieren ist es eine lange, hinten geschlossene Röhre, welche unterhalb der Schleimhaut der Nasenhöhle am unteren Rand der Nasenscheidewand entlang (an beiden Seiten derselben) verläuft und sich in der Regel in einen feinen Kanal (den Stensen'schen Nasengang), welcher vorn aus der Nasenhöhle in die Mundhöhle tritt, seltener direct in die Nasenhöhle öffnet.

inneren, dickeren Blatt die ganze übrige Netzhaut bildet. Zur gleichen Zeit, wo die primitive Augenblase anfängt, schalenförmig zu werden, nimmt auch die Bildung der Linse ihren Anfang. Dieselbe legt sich als eine Einstülpung der Oberhaut an, welche sich schliesslich von der übrigen Oberhaut abschnürt und unterhalb dieser, der schalenförmigen Netzhaut gegenüber, ihren Platz findet; aus dieser Epithelblase entsteht durch weitere Umbildung der Zellen die durchsichtige Linse.

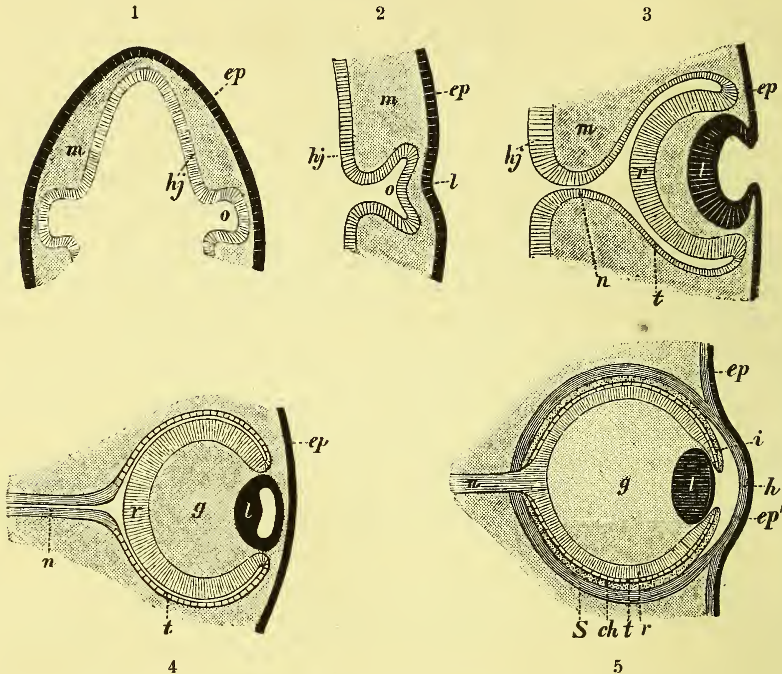


Fig. 275. Schematische Darstellung der Entwicklung des Wirbelthierauges, 1 Schnitt durch den Kopf auf einem frühen Stadium: die primitiven Augenblasen sind gebildet. 2 etwas spätere Stufe: die erste Anlage der Linse, die Augenblase hat angefangen. sich in sich selbst einzustülpen. 3—4 weitere Entwicklung: Abschnürung der Linse, Bildung der secundären Augenblase. 5 auch die anderen Haupttheile des Auges sind gebildet. — *ch* Aderhaut, *ep* Oberhaut, *ep'* Oberhauttheil der Hornhaut, *g* Glaskörper, *h* Hornhaut, *hj* Gehirn, *i* Iris, *l* Linse, *m* Mesoderm, *n* Sehnerv, *o* primitive Augenblase, *r* Netzhaut, *S* Sclerotica, *t* Pigmenthaut (äusserste Schicht der Netzhaut). — Orig.

In Anschluss an diese Hauptbestandtheile bilden sich dann die übrigen Theile des Wirbelthierauges: das Bindegewebe, welches zwischen der Linse und der Netzhaut sich befindet, wird zum Glaskörper, die Hautpartie vor der Linse zur Hornhaut; zwischen letzterer und der Linse bildet sich ein Spaltraum, in welchen die wässerige Flüssigkeit sich ausscheidet; ausserhalb der Netzhaut entwickelt sich aus dem umgebenden Bindegewebe die Aderhaut mit der Iris und die Sclerotica.

Aus der gegebenen Darstellung erhellt, dass der empfindende, also wesentlichste Theil des Wirbelthierauges anderen Ursprunges ist als die Retina der wirbellosen Thiere. Wir haben uns wahrscheinlich die Entstehung des Wirbelthierauges derart vorzustellen, dass ursprünglich

eine bläschenförmige Ausstülpung des Gehirns die Rolle der Lichtempfindung übernahm, und dass später die Linse etc. sich entwickelt und den inzwischen umgewandelten Augenblasen angeschlossen hat. Vergl. auch das unten zu erwähnende Scheitelauge, welches ebenfalls eine bläschenförmige Ausstülpung des Gehirns ist. Auch ist hier hervorzuheben, dass bei gewissen augenlosen niederen Thieren ein Theil des centralen Nervensystems eine Lichtempfindung besitzt (vergl. S. 25).

Die Netzhaut der Wirbelthiere besitzt ebenso wie die Netzhaut vieler anderer Thiere stabförmige, lichtbrechende Theile, welche im Wirbelthierauge eine zusammenhängende Schicht (Stäbchenschicht) bilden. Während aber die Stäbchen bei anderen Thieren fast immer derjenige Theil der Netzhaut sind, welcher dem Licht am nächsten liegt, ist es bei den Wirbelthieren umgekehrt; hier liegt die Stäbchenschicht der Pigmentzellenlage unmittelbar an, und das Licht muss, um zu den als die eigentlich empfindenden Theile der Netzhaut angesehenen Stäbchen zu gelangen, durch alle übrigen Schichten der Netzhaut (man unterscheidet in der ausgebildeten Netzhaut eine ganze Anzahl dünner Schichten) hindurchtreten.

Das Auge liegt in einer tiefen, napfförmigen Höhlung an der Seite des Kopfes, von lockerem Bindegewebe umgeben; diese Höhle, die Augenhöhle, ist oben von dem Schädel überwölbt, manchmal ist

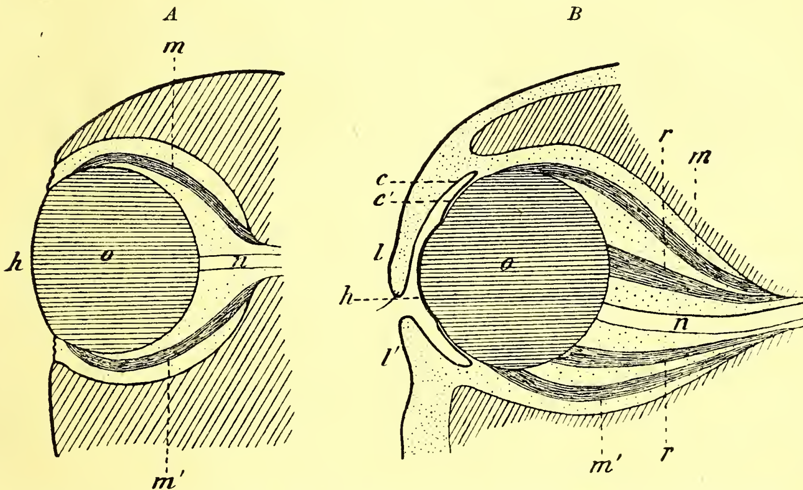


Fig. 276. Schnitt durch die Augenhöhle *A* eines Fisches, *B* eines Säugethiers. Schema. *c Conjunctiva palpebrarum*, *c' C. oculi*; *h* Hornhaut; *l* oberes, *l'* unteres Augenlid; *m* oberer, *m'* unterer gerader Augenmuskel; *n* Sehnerv; *o* Augapfel; *r Retractor bulbi*. Die Haut ist durch eine dicke, schwarze Linie angegeben, lockeres Bindegewebe punktirt, Wand der Augenhöhle (aus Knochen, Muskeln etc. bestehend) schräg schraffirt. — Orig.

sie auch vorn, unten und hinten mehr oder weniger vollständig von Knochen- oder Knorpeltheilen begrenzt. Die Hornhaut geht unmittelbar in die angrenzende Haut über, welche in der nächsten Nähe der Hornhaut in der Regel weich und nachgiebig ist, so dass das Auge in der Augenhöhle bewegt werden kann, ohne von der Haut behindert zu sein. Die Bewegungen werden durch Muskeln bewerkstelligt, welche vom Schädel entspringen und sich an den Augapfel heften. Von Muskeln finden wir fast immer vier gerade Augenmuskeln (*Mus-*

culi recti), einen oberen, einen unteren, einen vorderen und einen hinteren, und zwei schiefe; die geraden, welche meistens dicht bei der Austrittsöffnung des Sehnerven vom Schädel entspringen und sich in einer Kreislinie in einigem Abstand von der Hornhaut an den Augapfel anheften, bewegen diesen nach oben (der obere gerade), nach unten, vorn, hinten; die schiefen, welche meistens von der Vorderwand der Augenhöhle entspringen und sich oben, resp. unten an den Augapfel heften, drehen das Auge um seine Axe (letztere etwa durch die Mitte der Hornhaut bestimmt). Ausserdem heftet sich bei nicht wenigen Thieren (Amphibien, Reptilien, Säugethieren) an das Auge ein Muskel, welcher den Augapfel zurückzieht (*Retractor bulbi*); dieser Muskel umgiebt den Sehnerven und entspringt dicht bei dessen Austrittsstelle vom Schädel.

Bei den Wirbelthieren mit Ausnahme der Fische entspringt in einigem Abstande vom Hornhautrand, ungefähr diesem parallel eine grosse, ringförmige Hautfalte, welche über die Hornhaut gezogen werden kann. Die Hautfalte besteht aus einem oberen und einem unteren Theil, dem oberen und unteren Augenlid, deren Ränder an einander stossen, wenn die Lider vor das Auge gezogen werden; bei den Säugethieren ist das obere, bei den übrigen das untere Augenlid am stärksten entwickelt. Ein Theil der Sclerotica liegt in der Regel dicht unter der von den Augenlidern überdeckten Haut, welche dünn und weich ist und als Bindehaut des Auges (*Conjunctiva bulbi*) bezeichnet wird[1]). Bei manchen Reptilien, bei den Vögeln und bei vielen Säugethieren ist eine Nickhaut vorhanden, eine innerhalb der eigentlichen Augenlider vorn (im vorderen „Augenwinkel") befindliche Hautfalte. Bei den beiden erstgenannten Gruppen ist die Nickhaut gross, halb durchsichtig und wird durch einen besonderen Muskel vor das Auge gezogen; bei den Säugethieren ist sie weniger entwickelt[2]). — Mit dem Auge sind ferner verschiedene Drüsen verbunden, welche unter den Augenlidern oder der Nickhaut münden und dazu dienen, die Hornhaut und die Innenseite der Augenlider feucht und glatt zu erhalten. Bei den Fischen fehlen solche Drüsen noch völlig, während bei den übrigen eine oder mehrere vorhanden sind. In der Regel finden sich eine Thränendrüse, welche hinten (am hinteren Augenwinkel) an der Innenseite des unteren oder zugleich des oberen Augenlides[3]), gewöhnlich mit mehreren Oeffnungen, ausmündet, und eine Harder'sche Drüse, welche sich vorn, im vorderen Augenwinkel, öffnet (meist an der Innenseite der Nickhaut, wenn eine solche vorhanden ist); das Secret der ersteren hat eine mehr wässerige, das der letzteren in der Regel eine mehr fettige Beschaffenheit. Ein Theil des von diesen Drüsen abgesonderten Secrets wird durch einen Kanal, den Thränenkanal, abgeleitet, welcher mit mehreren Oeffnungen an den Augenlidern im vorderen Augenwinkel seinen Anfang nimmt und in die Nasenhöhle mündet. (Der Thränenkanal ist anfänglich eine rinnenförmige Einsenkung der Oberhaut, welche sich abschnürt und zu einem Kanal wird; vergl. Fig. 283 *ANr.*)

---

1) Die weiche Hautpartie, welche die Innenseite der Augenlider bildet, wird als *Conjunctiva palpebrarum* bezeichnet.

2) Bei manchen Fischen finden sich augenlidähnliche, aber unbewegliche Hautfalten um das Auge. Bei einigen Haien kommt eine bewegliche Nickhaut vor.

3) Nur bei den Säugethieren finden sich einige (oft die Mehrzahl) der Thränendrüsen-Oeffnungen am oberen Augenlide.

Bei einigen Sauriern (z. B. den gewöhnlichen Eidechsen, der Blindschleiche und anderen) hat man in der neueren Zeit ein unvollkommenes drittes, unpaares Auge, das Scheitelauge (Parietalauge), nachgewiesen, welches mit der Zirbel in Verbindung steht. Es liegt in einem kleinen Loch der oberen Schädelwand (im Scheitelbein oder an der Grenze von diesem und dem Stirnbeine) dicht unterhalb der an dieser Stelle einigermaassen durchsichtigen Haut; es stellt eine aus einer epithelartigen Schicht gebildete Blase dar, deren nach oben gekehrter Theil linsenförmig verdickt ist, während der untere Theil stark pigmentirt ist (Retina). Bei anderen Sauriern ist dasselbe Gebilde in mehr rudimentärer Form, als einfaches, nicht augenähnliches (unpigmentirtes, linsenloses) Bläschen an derselben Stelle vorhanden. Ein ähnliches Organ wie bei den erstgenannten Sauriern kommt auch bei den Cyclostomen vor, ist hier aber von der oberen Schädelwand bedeckt, welche allerdings an dieser Stelle oft etwas verdünnt ist, ebenso wie auch die Haut an derselben Stelle durchsichtig

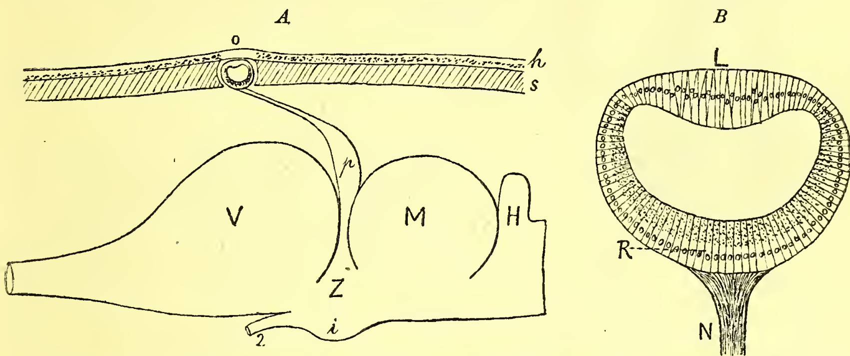


Fig. 277. Scheitelauge einer Eidechse; schematisirt. *A* Gehirn und obere Schädelwand, letztere durchschnitten; *B* Scheitelauge allein, durchschnitten. *V*, *Z*, *M*, *H* Vorder-, Zwischen-, Mittel- und Hinterhirn; *h* Haut, *s* Schädeldecke, o unpigmentirte Hautstelle, unterhalb welcher das Scheitelauge in einem Loche der Schädeldecke liegt, *p* Zirbel, *i* Trichter, 2 Sehnerv. — *L* Linse, *R* Netzhaut, *N* Nerv des Scheitelauges. — Orig. (mit Benutzung von Figuren von Spencer).

sein kann. — Auch für verschiedene andere Wirbelthiere sind Thatsachen bekannt geworden, welche auf ein Verhältniss der Zirbel zur Aussenwelt hinweisen. Bei den Selachiern ist die Zirbel fadenförmig ausgezogen, und ihr erweiterter Endabschnitt liegt in einem Loch der oberen Schädelwand, wesentlich nur von der Haut bedeckt (ohne aber, soweit bekannt, einen augenähnlichen Bau zu besitzen). Auch bei den Froschlurchen (Anuren) wird die zuerst kurze Zirbel allmählich im Laufe des Larvenlebens zu einem langen Faden ausgezogen, welcher an seinem Ende eine Anschwellung trägt; der Faden durchbohrt die Schädeldecke, und die Anschwellung liegt an der Oberseite des Kopfes unmittelbar unter der Oberhaut.

Das Gehörorgan — eines auf jeder Seite — legt sich beim Embryo als eine blasenförmige Einstülpung der Oberhaut an, welche sich allmählich tiefer senkt und vom Knorpel des Schädels (später oft von Knochen) umschlossen wird. Die Einstülpung steht eine Zeit lang durch einen Kanal mit der Oberfläche in Verbindung, wird aber in der Regel später von der Haut abgeschnürt, so dass die Anlage zu einer geschlossenen Blase wird; in einigen Fällen (bei den Se-

lachiern) bleibt jedoch der Kanal zeitlebens als eine offene Röhre bestehen. Die Blase behält nicht ihre ursprüngliche einfache Form, sondern gestaltet sich weiter um, so dass das Gehörorgan im fertigen Zustande aus einem blasenförmigen Vorhof und drei Bogengängen (*Canales semicirculares*) besteht; letztere sind Röhren, welche an beiden Enden in den Vorhof einmünden, dem sie wie hohle Henkel aufsitzen. Der Vorhof ist durch eine Einschnürung in zwei Theile gesondert, den *Sacculus* und den *Utriculus*; in letzteren münden die Bogengänge, welche an einem Ende je eine Anschwellung (Ampulle) besitzen; ersterer trägt meistens eine Ausstülpung, welche bei Fischen, Amphibien und manchen Reptilien ein kurzes Säckchen, bei einigen Reptilien (den Krokodilen) und bei den Vögeln ein längerer Schlauch ist, ihre höchste Entwicklung aber bei den Säugethieren erreicht, bei welchen sie ein langes, spiralig aufgerolltes Rohr darstellt: Schneckengang (*Ductus cochlearis*). Die so umgebildete Blase, welche aus einem von einer dünnen Bindegewebeschicht umgebenen Epithel besteht, wird als das häutige Labyrinth bezeichnet. Dieses ist das eigentliche Gehörorgan, welches allen Wirbelthieren (mit Ausnahme von Amphioxus), gewöhnlich mit allen genannten Haupttheilen, zukommt. Es sind gewisse mit einer oder mehreren hervorragenden Spitzen ausgestattete Zellen seines Epithels, an welche die Aeste der Hörnerven treten und der Hörsinn geknüpft ist. Im Labyrinth finden sich Otolithen, theils in Form feiner Krystalle, theils als grössere verkalkte Körper (bei den Knochenfischen). — Das häutige Labyrinth, welches in die seitliche Wand des Schädels eingeschlossen ist, stellt bei den Fischen das ganze Gehörwerkzeug dar; bei den übrigen Wirbelthieren schliessen sich demselben gewöhnlich gewisse Nebenorgane an (Paukenhöhle, Eustachische Röhre, Trommelfell, Gehörknöchelchen), welche bei den einzelnen Abtheilungen betrachtet werden sollen.

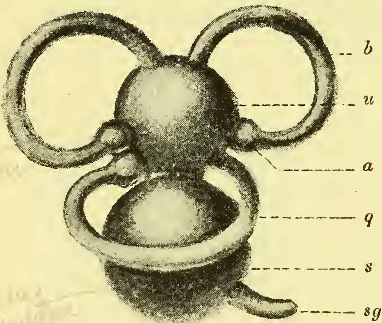


Fig. 278. Schema des Gehörorgans (häutigen Labyrinths) der Wirbelthiere. *a* Ampulle, *b* Bogengänge, *s* Sacculus, *u* Utriculus (*s* + *u* Vorhof), *sg* Schneckengang. — Orig.

Diejenigen Theile des knöchernen Schädels, welche das häutige Labyrinth zunächst umgeben, erlangen oft (z. B. bei den Säugethieren) eine compactere Beschaffenheit als die übrige Knochenmasse und lassen sich dann aus letzterer als ein Ganzes herauspräpariren, welches die wesentliche Form des von ihm eingeschlossenen häutigen Labyrinths wiedergiebt und als das knöcherne Labyrinth bezeichnet wird.

Der Darmkanal zerfällt in folgende Abschnitte: Mundhöhle, Speiseröhre, Magen, Dünndarm, Enddarm. Von den mit der geräumigen Mundhöhle verbundenen Gebilden werden wir zunächst die Zähne betrachten.

Die Zähne der Wirbelthiere sind Gebilde, welche nach Bau und Entwicklung diesem Thiertypus durchaus eigen sind. Dieselben kommen übrigens nicht allein in der Mundhöhle, sondern bei manchen Fischen (besonders bei den Selachiern) auch an der Haut vor; in der Mundhöhle findet man sie innerhalb aller Wirbelthierclassen (mit Aus-

nahme der Lanzettfische [*Amphioxus*]) vor, wenn sie auch manchmal fehlen können. Im einfachsten Fall (Fig. 279, *A*) findet die Bildung der Zähne auf folgende Weise statt: Von der Lederhaut oder der ihr entsprechenden Schleimhaut (der Bindegewebsschicht unterhalb des Epithels) der Mundhöhle wächst eine Papille in die Oberhaut, resp. in das Epithel der Mundhöhle hinein (letzteres hat denselben Bau wie die Oberhaut). Die Papille scheidet jetzt eine Schicht von Zahnbein oder Dentin, einer knochenharten Substanz, deren Bau wir später betrachten werden, an ihrer Oberfläche aus, während die unterste aus cylindrischen Zellen bestehende Zellenlage des Epithels, welches die Papille überkleidet, an ihrer Unterseite eine Schicht von einer noch festeren Substanz, dem sogenannten Email

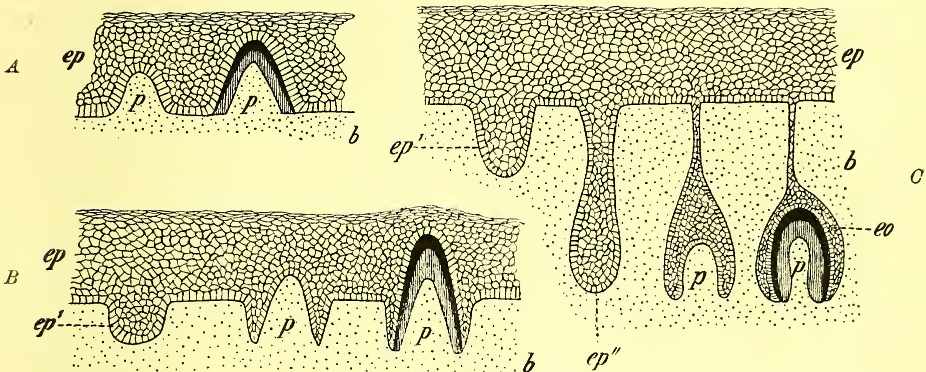


Fig. 279. Verschiedene Zahnanlagen, Schema. In jeder Figur ist links eine sehr junge Anlage dargestellt, dann folgen rechts eine ältere oder mehrere successiv ältere. *A* einfachste Form, *B—C* complicirtere Formen. Schmelz schwarz; Dentin senkrecht schraffirt; Bindegewebe punktirt. *b* Bindegewebe, *eo* Schmelzorgan, *ep* Epithel, *ep'* Epithelzapfen (Anlage des Schmelzorgans), *ep''* älterer Epithelzapfen, *p* Papille (Zahnpulpa). — Orig.

oder Schmelz, ausscheidet. Zwischen der Papille und dem Epithel wird somit eine feste Kappe gebildet, welche innerlich aus einer von der Papille abgesonderten Zahnbeinschicht, äusserlich aus einer vom Epithel abgesonderten Schmelzschicht besteht; beide Schichten sind untrennbar verbunden und machen zusammen den jungen Zahn aus. Die Zahnbeinschicht wird allmählich dadurch verdickt, dass von der Papille neue Theilchen ausgeschieden werden; die Papille wird gleichzeitig immer kleiner und schliesslich oft zu einem verhältnissmässig kleinen Theil im Innern des Zahnes reducirt: Zahnpulpa. Die Schmelzschicht wird dadurch verdickt, dass an ihrer Oberfläche neue Theile abgelagert werden; sie erreicht übrigens meistens keine so bedeutende Mächtigkeit wie die Zahnbeinlage und ist häufig nicht über den ganzen Zahn, sondern nur über dessen Spitze ausgedehnt. — In der Regel ist jedoch die Entwicklung etwas complicirter (vergl. Fig. 279, *B—C*), indem vor der Bildung der Papille eine Verdickung des Epithels an der betreffenden Stelle und eine damit verbundene Einwachsung desselben in das Bindegewebe stattfindet (*ep'*), eine Einwachsung, welche häufig so tief wird, dass die Zpitze des Zahns gar nicht in die eigentliche Epithellage hinaufragt, sondern ausschliesslich in der eingesenkten Partie liegt (Fig. 279, *C*), welch letztere häufig

nur durch einen dünnen Strang die Verbindung mit dem Epithel bewahrt, ja oftmals sogar völlig abgeschnürt wird; diese eingesenkte Partie wird als Schmelzorgan bezeichnet. Im Uebrigen aber entwickelt sich der Zahn ganz in derselben Weise wie im zuerst erwähnten Fall: eine Papille wächst der eingesenkten Epithelpartie entgegen etc. — Das Zahnbein hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Knochengewebe, besteht wie dieses aus Zellen und einer verkalkten Intercellularsubstanz, unterscheidet sich aber dadurch, dass die Zellen (die Odontoblasten) je nur einen einzigen, langen, fadenförmigen, mit feinen Seitenästen versehenen Ausläufer besitzen, welcher quer durch die ganze Zahnbeinschicht, den benachbarten Ausläufern parallel, verläuft, während der Zellkörper mit dem Kern gar nicht in die Intercellularsubstanz eingeschlossen wird, sondern an der Oberfläche der Papille liegt; das Zahnbein ist demnach mit zahlreichen feinen Röhren versehen, welche je einen Ausläufer enthalten; indem die Zahnbeinschicht an Dicke zunimmt, verlängern sich allmählich die Ausläufer. Der Schmelz ist eine sehr feste, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehende Masse, welche jedenfalls bei den Säugethieren aus faserförmigen, sogenannten Schmelzprismen zusammengesetzt ist, während sie bei niederen Wirbelthieren mehr homogen erscheint; sie ist eine cuticula-ähnliche Ausscheidung der genannten untersten Lage von Epithelzellen [1]). — Der ausgebildete Zahn, dessen Form recht verschieden sein kann (als Grundform kann jedoch die Kegelform gelten), wird durch Wachsthum

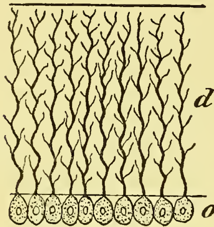


Fig. 280. Schnitt durch einen Zahn, um die Structur des Dentins zu zeigen; Schema. *d* Dentinröhren, *o* Odontoblasten an der Innenseite des Dentins. — Orig.

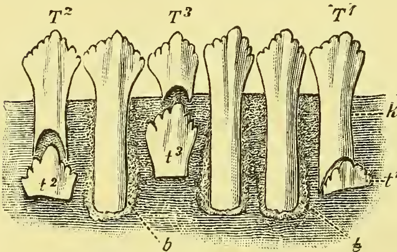


Fig. 281. Stück des Oberkiefers eines Sauriers (*Iguana*), von der Innenseite gesehen; Weichtheile entfernt. *k* der Kieferknochen, an dessen innerer Seite die Zähne durch eine poröse Knochenmasse, *b*, festgekittet sind. T^1—T^3 drei Zähne, welche im Begriffe stehen, auszufallen, und deren unteres Ende mehr oder weniger resorbirt ist (T^1 am wenigsten, T^3 am meisten); t^1—t^3 die entsprechenden, noch nicht vollständig entwickelten Ersatzzähne. — Orig.

der benachbarten Theile mit seiner Spitze durch die Mundhaut hervorgeschoben und mit seinem unteren Ende an den unterliegenden Knochen (oder Knorpeln) befestigt, indem sich entweder eine straffe Bindegewebspartie oder eine kleine Knochenmasse, der Zahnsockel, zwischen dem Zahn und dem Knochen, mit beiden eng verbunden,

1) Ueber das allein bei den Säugethieren vorhandene Cement vergl. diese Abtheilung.

entwickelt; bei den Säugethieren und einzelnen anderen sitzen die Zähne in Alveolen: tiefen Gruben der Knochen, in welche das untere Ende der Zähne eingesenkt ist. — Die Zähne, welche bekanntlich einer starken Abnutzung und ziemlich unsanften Behandlung unterworfen sind, sitzen im Allgemeinen ein jeder nur eine begrenzte Zeit in der Mundhöhle, fallen dann aus und werden durch neugebildete ersetzt: Zahnwechsel; vor dem Ausfallen eines Zahnes lockert sich die Verbindung mit dem Knochen, der Sockel wird aufgelöst etc. (Ueber die besonderen Verhältnisse beim Zahnwechsel der Säugethiere vergl. diese.)

Von anderweitigen mit der Mundhöhle verbundenen festen Theilen können die unter den Wirbelthieren hier und da auftretenden Horngebilde aufgeführt werden, local verdickte und erhärtete Theile der allgemeinen, in der Mundhöhle wie an der äusseren Haut entwickelten Horndecke: die Hornzähne bei Cyclostomen und Monotremen, die Hornkiefer der Vögel, Schildkröten etc.

Die Zunge ist ein vom Boden der Mundhöhle hervorragendes Gebilde, welches mit dem Visceralskelet, besonders mit seinen unpaaren Verbindungsstücken, eng zusammenhängt; sie ist bei den Fischen schwach ausgebildet, bei den Säugethieren dagegen stark entwickelt, sehr musculös und ungemein beweglich und dadurch bei der Behandlung der Nahrung in der Mundhöhle von grosser Bedeutung. Die Zunge hat übrigens verschiedene Formen, wie wir bei den einzelnen Abtheilungen des Näheren betrachten werden. Selten fehlt sie ganz. — Mit der Mundhöhle sind ferner verschiedene Drüsen verbunden, welche in dieselbe ihr Secret ergiessen, das dazu dient, die Nahrung zu befeuchten etc. Sie fehlen noch bei den Fischen, sind aber bei den übrigen entwickelt; in der Regel sind sie in die Wand der Mundhöhle eingebettet, bei den Säugethieren sondern sich jedoch einige derselben von der Wand ab und durchbohren letztere nur mit ihren Ausführungsgängen, indem sie gleichzeitig eine bedeutendere Volumentfaltung erreichen: Speicheldrüsen; bei den übrigen Gruppen ist solches nur mehr ausnahmsweise der Fall.

Mit der Mundhöhle steht nach ihrer Entwicklung auch die Schilddrüse (*Thyreoïdea*) in Zusammenhang. Sie wird in Gestalt einer oder mehrerer Ausstülpungen des Bodens der Mundhöhle angelegt[1]), welche sich bald von letzterem abschnüren, um sich später selbständig zu einem oft ansehnlichen, drüsenähnlichen, aber geschlossenen Organ zu entwickeln, welches meistens aus Epithelbläschen besteht, die mit einer Flüssigkeit gefüllt und vom Bindegewebe zusammengehalten sind. Die Function der Schilddrüse war bis vor Kurzem eine durchaus räthselhafte; medicinische Erfahrungen aus den letzten Jahren weisen aber mit Bestimmtheit darauf hin, dass in derselben ein dem Organismus unentbehrlicher Stoff gebildet wird, welcher mit dem Blut in den übrigen Körper geführt wird. — Auch die räthselhafte Thymus (Bries) wird in Form von Ausstülpungen der Mundhöhle angelegt, welche sich später von letzterer abschnüren; sie ist besonders bei Embryonen und bei jugendlichen Thieren stark entwickelt (bei manchen jungen Säugethieren ist sie ein umfängliches Organ, welches sich weit in den Brustkasten hinein erstreckt) und bildet sich

1) Nach einer allgemeinen Annahme entspricht die Schilddrüse der Bauchfurche in der Kiemenhöhle der Mantelthiere (vergl. diese).

später zurück. Im ausgebildeten Zustande besteht die Thymus meist aus Bindegewebe mit zahlreichen Zellen.

Die Speiseröhre ist bei Fischen und Amphibien kurz und weit, wird — in Folge der Ausbildung einer Halspartie des Körpers — bei Reptilien und Vögeln länger; bei den Säugethieren hat sie nicht allein eine ansehnliche Länge, sondern ist auch ziemlich eng, während sie bei den übrigen sehr weit (oder sehr erweiterungsfähig) ist. — Der Magen ist ein erweiterter Abschnitt von verschiedener Form, mit zahlreichen kleinen, schlauchförmigen Drüsen in seiner Wand. — Der Dünndarm ist bei den Cyclostomen und gewissen anderen Fischen ein gerader Schlauch, sonst immer gewunden. Bei den Fischen und Amphibien und manchen Reptilien ist er im Ganzen noch verhältnissmässig kurz, bei den Vögeln und Säugethieren erreicht er dagegen eine ansehnliche Länge (mehrere Mal die Länge des Körpers). Die Bedeutung des Dünndarms als Aufsaugungsorgan hat verschiedene Einrichtungen zur Vergrösserung seiner inneren Oberfläche mit sich geführt, besonders in Form von feinen Falten, welche netzförmig angeordnet sein können, oder Papillen (Darmzotten, *Villi*), letztere besonders bei den Säugethieren. — In das vordere Ende des Dünndarms mündet der (zuweilen in der Mehrzahl vorhandene) Ausführungsgang einer sehr grossen, oft gelappten, aus sehr zahlreichen Röhren zusammengesetzten Drüse, der Leber; der Ausführungsgang (Gallengang) ist häufig mit einer sackförmigen Ausstülpung, der Gallenblase, versehen, welche ein Reservoir für das Lebersecret, die Galle, darstellt. Dicht an der Einmündung des Ausführungsganges in den Darm öffnet sich auch eine andere grosse Drüse in letzteren, die Bauchspeicheldrüse (*Pancreas*), welche ebenso wie die Leber unter den Wirbelthieren allgemein verbreitet ist (fehlt bei einigen Fischen). Ausser diesen grösseren, ausserhalb der Darmwand gelagerten Drüsen findet man häufig in der Darmwand selbst zahlreiche kleine, schlauch- oder traubenförmige Drüsen (z. B. bei den Säugethieren). — Als letzten Abschnitt des Darmkanals finden wir den Enddarm, welcher weiter ist als der Dünndarm; er hat bei den meisten Wirbelthieren keine bedeutende Länge und ist dann ein gerader Schlauch; eine grössere Länge erreicht er fast nur bei den Säugethieren, bei denen er als Dickdarm bezeichnet wird (der Name Enddarm wird dann nur als Bezeichnung für den hintersten Abschnitt benutzt). Bei manchen Wirbelthieren fungirt das hintere Ende des Enddarms als Kloake, indem Harn- und Geschlechtsgänge in denselben einmünden. An seinem vordersten Ende, an der Grenze des Dünndarms, ist der Enddarm (resp. der Dickdarm) bei den Reptilien und Säugethieren oft mit einem, bei

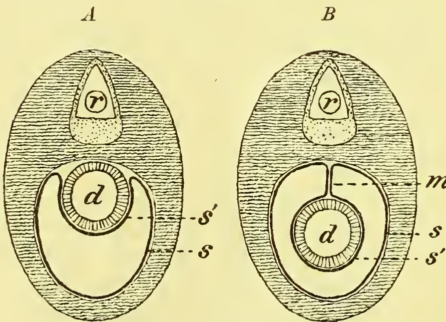


Fig. 282. Schemata zur Erläuterung der Bildung des Gekröses; der Rumpf quer durchschnitten. *A* früheres, *B* späteres Stadium. *d* Darm, *s* Bauchfell (dicke Linie), *s'* der den Darm überziehende Theil desselben; *m* Gekröse, aus zwei Bauchplatten gebildet; *r* Rückenmark. — Orig.

den Vögeln mit zwei Blinddärmen von verschiedener Länge versehen. Der After findet sich an der Unterseite, am Grunde des Schwanzes; er ist entweder rundlich oder eine Längs- oder eine Querspalte.

Der Darmkanal verläuft beim Embryo eine Zeit lang als ein gerader Schlauch durch die Leibeshöhle längs der oberen Wand derselben und wird unten von einer dünnen Bindegewebshaut, dem Bauchfell (*Peritoneum*) bekleidet, welches sämmtliche in der Leibeshöhle liegenden Organe überzieht. Später entfernt sich der Darmkanal von der Leibeswand, sinkt tiefer in die Leibeshöhle hinab und zieht das Bauchfell mit sich, so dass der Darmkanal beim ausgebildeten Thier in einer grossen Falte des Bauchfelles aufgehängt ist (Fig. 282); die beiden Blätter dieser Falte liegen, soweit sie nicht den Darmkanal umgeben, dicht an einander und bilden zusammen das Gekröse (*Mesenterium*), welches als eine dünne Bindegewebsplatte zwischen der oberen Leibeswand und dem Darmkanal erscheint. Aehnliche Gekröse können auch bei anderen Organen der Leibeshöhle gebildet werden.

Von Athmungsorganen finden wir bei den Wirbelthieren theils Kiemen, theils Lungen, welch letztere fast bei allen Wirbelthieren (mit Ausnahme des Amphioxus, der Cyclostomen, der Selachier und gewisser Knochenfische) vorhanden sind, während erstere auf die Fische und die Amphibienlarven beschränkt sind. Die Kiemen bestehen gewöhnlich aus gefässreichen Blättchen, welche in einer Reihe an den Seiten der Visceralspalten sitzen; letztere sind grosse, dicht auf einander folgende, seitliche Spalten, welche die Wand der Mundhöhle durchbrechen und durch coulissenartige Platten getrennt sind, in denen die oben erwähnten Visceralbogen liegen (vergl. übrigens die Fische). Sehr interessant ist es, dass auch bei den höheren Wirbelthieren (Reptilien, Vögeln, Säugethieren), welche zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen athmen, im Embryonalzustande ähnliche Visceralspalten auftreten, welche jedoch nicht mit Kiemenblättern bekleidet sind und sich später wieder schliessen.

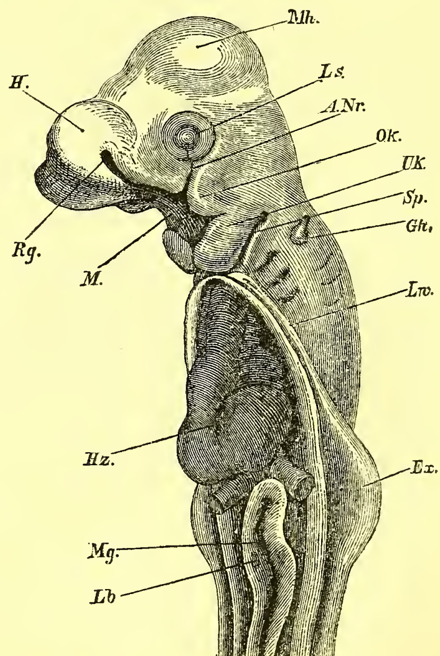


Fig. 283. Vorderer Theil eines Hühnerembryos (4. Brüttag). *ANr* Anlage des Thränenkanals (noch rinnenförmig), *Ex* Anlage der linken Vordergliedmaasse, *Gh* Gehörblase, *H* Vorderhirn, *Hz* Herz, *Lb* Leberanlage, *Ls* Linse des Auges, *Lw* Leibeswand, *M* Mund, *Mg* Magenanlage, *Mh* Mittelhirn, *Ok* Oberkieferanlage, *Rg* Riechgrube, *Sp* erste Visceralspalte, hinter welcher noch drei andere zu bemerken sind, *Uk* Unterkiefer. — Nach His.

Die Lungen werden als eine unpaare Ausstülpung des Darmkanals an der Grenze von Mundhöhle und Speiseröhre angelegt. Während der weiteren

Entwicklung bleibt die Ausstülpung in der Regel nicht einfach, sondern theilt sich in zwei Säcke, einen rechten und einen linken, welche durch einen gemeinsamen Kanal mit dem Darmkanal in Verbindung stehen. Jeder Sack wächst im einfachsten Fall zu einem grossen, dünnwandigen Beutel aus, dessen Wand reichlich mit Gefässen ausgestattet ist (so bei den gewöhnlichen Wassersalamandern). In der Regel wird aber die innere Oberfläche der Lungensäcke dadurch ansehnlich vergrössert, dass diese mit Ausstülpungen versehen werden, welche aber durch Bindegewebe zusammengehalten sind, so dass die äussere Oberfläche der Lunge meist glatt erscheint. Bei einigen (z. B. beim Frosch) enthält jede Lunge noch einen grossen, mittleren Hohlraum und die Ausstülpungen sind kurz; bei anderen werden letztere länger, verzweigen sich wieder etc. und der grosse Hohlraum wird enger (Reptilien); bei der höchsten Entwicklung der Lunge (bei den Säugethieren) ist der ursprüngliche Sack so reich verzweigt, dass er ein baumförmig verästeltes, hohles Organ darstellt, dessen feinste Aeste mit kleinen, dünnwandigen Blasen enden, in deren Wand ein feines Gefässnetz ausgebreitet ist, während der Stamm und die gröberen Aeste dickwandiger und steif werden, so dass sie eine Art Skelet für die übrige Lunge abgeben, deren grössere und kleinere Aeste übrigens durch lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden, so dass die Verästelung äusserlich nicht hervortritt. — An der Innenfläche der Lungen findet man, wie schon bemerkt, meistens ein feines, dichtes Gefässnetz. Hiervon bilden jedoch die meisten Fische eine Ausnahme; ihrer Lunge, welche gewöhnlich nicht gespalten, sondern ein unpaares Organ ist, geht ein solches feineres Gefässnetz und damit auch die Function als Athmungswerkzeug ab (eine respiratorische Lunge besitzen bloss die Lungenfische und einzelne andere); sie hat bei ihnen ausschliesslich die Aufgabe, das specifische Gewicht des Thieres zu verringern: Schwimmblase. — Der unpaare, meistens röhrenförmige Theil, welcher die beiden Lungen mit dem Darmkanal in Verbindung setzt, die Luftröhre, ist von sehr verschiedener Länge (was besonders von der verschiedenartigen Ausbildung des Halses abhängt); sie ist in der Regel von knorpeligen oder knöchernen, in ihre Wand eingelagerten Ringen gestützt und öffnet sich bei den meisten Wirbelthieren an der ventralen Seite des Darmkanals (Amphibien, Reptilien, Vögeln, Säugethieren und einzelnen Fischen), bei der Mehrzahl der Fische dagegen an der dorsalen Seite. — Im vordersten, besonders ausgebildeten Theil der Luftröhre, dem Kehlkopf, findet sich bei manchen Wirbelthieren (Froschlurchen, Sauriern, Krokodilen, Säugethieren) ein Paar vorspringender Hautfalten, die Stimmbänder, welche durch den Luftstrom in Schwingungen versetzt werden und Laute erzeugen können.

Kreislaufsorgane. Bei den Fischen besteht das Herz aus drei auf einander folgenden Abschnitten: Vorhof (*Atrium*), Herzkammer (*Ventriculus*) und Herzkegel (*Conus arteriosus*) [1]; der Vorhof ist ein dünnwandiger Sack, welcher oberhalb der mit dicken, spongiösen Wänden versehenen Herzkammer liegt, der Herzkegel ist röhrenförmig; alle drei Abschnitte haben je einen ungetheilten Hohl-

1) Letztere Abtheilung ist bei manchen Fischen rudimentär.

raum, und dasselbe gilt auch von dem am Vorhof liegenden grossen Venensack, *Sinus venosus*, aus welchem der Vorhof das venöse Blut vom Körper erhält. Bei den Amphibien ist der Herzkegel wohlentwickelt und die spongiöse Herzkammer wie bei den Fischen ungetheilt. Dagegen ist der Vorhof durch eine dünne Längsscheidewand in eine rechte und linke Abtheilung (rechten und linken Vorhof) geschieden, ebenso der Sinus venosus; in die linke Abtheilung des Sinus und des Vorhofs tritt nur das Blut aus den Lungen, in die rechte das Blut aus dem übrigen Körper (Näheres bei den Amphibien). Bei den Reptilien ist der Vorhof und der mit ihm eng verbundene Sinus venosus ebenso wie bei den Amphibien getheilt; die Theilung des Herzens ist aber weiter gegangen: die Herzkammer ist bei den Reptilien wenigstens unvollständig getheilt, bei den Krokodilen sogar durch eine vollständige Scheidewand in eine rechte und linke Abtheilung geschieden, welche mit den entsprechenden Abtheilungen des Vorhofs in Verbindung stehen. Der Herzkegel ist bei den Reptilien rudimentär oder fehlt. Vögel und Säugethiere schliessen sich eng an die Krokodile an: Vorhof und Herzkammer vollständig getheilt, Herzkegel fehlt. — Bei den Wirbelthieren finden sich allgemein an der Grenze von Vorhof und Herzkammer und im Herzkegel — oder, wenn letzterer fehlt, am Ende der Herzkammer — Klappen, welche die Richtung des Blutstroms reguliren. — Sowohl Vorhof als Herzkammer und Herzkegel bestehen hauptsächlich aus quergestreiften Muskelzellen.

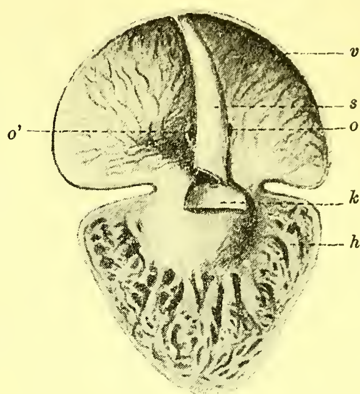


Fig. 284. Herz eines Lurches; die ventrale Wand des Vorhofs und der Herzkammer ist durch einen ungefähr horizontalen Schnitt weggenommen. Leicht schematisirt. *h* spongiöse Herzkammerwand, *k* Klappe, *o* Oeffnung aus dem Sinus venosus in die linke Vorhofsabtheilung, *o'* Oeffnung aus dem Sinus venosus in die rechte Vorhofsabtheilung, *s* Scheidewand des Vorhofs, *v* Wand des Vorhofs. — Orig.

Hervorzuheben ist, dass Vorhof und Herzkammer auch bei den höheren Wirbelthiergruppen während der embryonalen Entwicklung anfangs einfach sind, die Scheidewände bilden sich erst später.

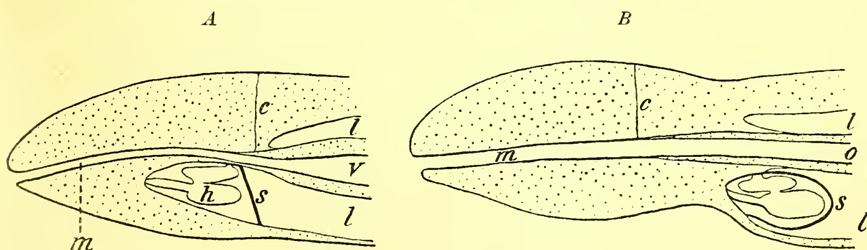


Fig. 285. Schematische Längsschnitte durch den Kopf und den vordersten Theil des Rumpfes, um die Lage des Herzens und des Herzbeutels zu erläutern. *A* Fisch, *B* höheres Wirbelthier. *c* hintere Grenze des Schädels (welcher übrigens nicht eingezeichnet ist), *h* Herzkammer, *l* Leibeshöhle, *m* Mundhöhle, *o* Speiseröhre; *s* Scheidewand, resp. Herzbeutel; *v* Magen. — Orig.

Das Herz, welches stets unterhalb des Darmkanals liegt, hat bei den Fischen seinen Platz dicht am Kopfe im vordersten Theil der Leibeshöhle; es liegt hier in einem besonderen kleinen Raum (Fig. 285 *A*), welcher durch eine quere Scheidewand von der übrigen Leibeshöhle getrennt ist. Indem das Herz bei den übrigen Wirbelthieren weiter nach hinten rückt, bauscht es diese Scheidewand derartig aus, dass sie zu einem das Herz umgebenden Sack wird, welcher in die grosse Leibeshöhle weit hineinragt: Herzbeutel (*Pericardium*).

Vom Herzen entspringt bei den Fischen ein grosser Arterienstamm, welcher an jeden kiementragenden Visceralbogen einen Ast, die zuführende Kiemenarterie, abgiebt, im Ganzen gewöhnlich bei den Selachiern fünf Paare (an den 2.—6. Visceralbogen), bei den Knochenfischen vier Paare (an den 3.—6. Visceralbogen); von jedem Visceralbogen geht das Blut, nachdem es die Capillaren der Kiemenblätter passirt, durch eine abführende Kiemenarterie zur Aorta, einer grossen, unpaaren, unterhalb der Wirbelsäule verlaufenden Arterie, welche durch den Zusammenfluss der abführenden Kiemenarterien gebildet wird und an die verschiedenen Theile des Körpers Aeste abgiebt. Von der ersten abführenden Arterie entspringen die grossen Arterien des Kopfes (Carotiden); wenn bei den Fischen eine respiratorische Lunge entwickelt ist, so empfängt sie gewöhnlich ihr Blut durch ein von der hintersten abführenden Arterie entspringendes Gefäss. Wie die Fische verhalten sich in der Hauptsache auch die Amphibien während des Larvenlebens; später vereinigen sich die zu- und abführenden Arterien zu vier einfachen Arterienbogen an jeder Seite, welche direct zur Aorta zusammenfliessen. Von den vier Arterienbogenpaaren der erwachsenen Amphibien geht aber das dritte oft zu Grunde; dagegen ist das zweite besonders stark; durch dieses Bogenpaar wird der Aorta die Hauptmasse ihres Blutes zugeführt; das erste Paar versorgt wesentlich nur den Kopf, das vierte die Lungen mit Blut; oftmals verlieren sie die Verbindung mit dem zweiten Bogenpaar, so dass letzteres ganz allein die Aorta bildet. Bei den übrigen Wirbelthieren fehlt stets das dritte Bogenpaar; ferner ist hervorzuheben, dass der ursprünglich ungetheilte Arterienstamm in zwei oder drei Röhren getheilt ist, von welchen eine sich ausschliesslich mit dem letzten Bogenpaar verbindet. Bei den Reptilien finden wir im Uebrigen wesentlich ähnliche Verhältnisse wie bei den Amphibien; bei den Vögeln und Säugethieren ist dagegen eine weitere Reduction eingetreten, indem die Aorta nur von einem Bogen des zweiten Paares gebildet wird, nämlich bei den Vögeln vom rechten, bei den Säugethieren vom linken Bogen dieses Paares; auch fehlt die Verbindung zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem zweiten und vierten Bogen, welche bei den Reptilien noch vorhanden sein kann, bei den Vögeln und Säugethieren stets. (Näheres bei den einzelnen Abtheilungen.)

Bei den Fischen bilden sich im Embryo zunächst 6 einfache Arterienbogen jederseits, welche längs der sechs ersten Visceralbogen verlaufen und sich mit einander zur Aorta vereinigen; von diesen bildet sich der erste, bei den Knochenfischen u. a. auch der zweite, zurück, während sich die übrigen in je eine zu- und abführende Kiemenarterie spalten. Auch bei fast allen übrigen Wirbelthieren entstehen dieselben 6 Arterienbogen während des Embryonalzustandes; allmählich bilden sich dann einige zurück etc., und so entstehen die oben erwähnten

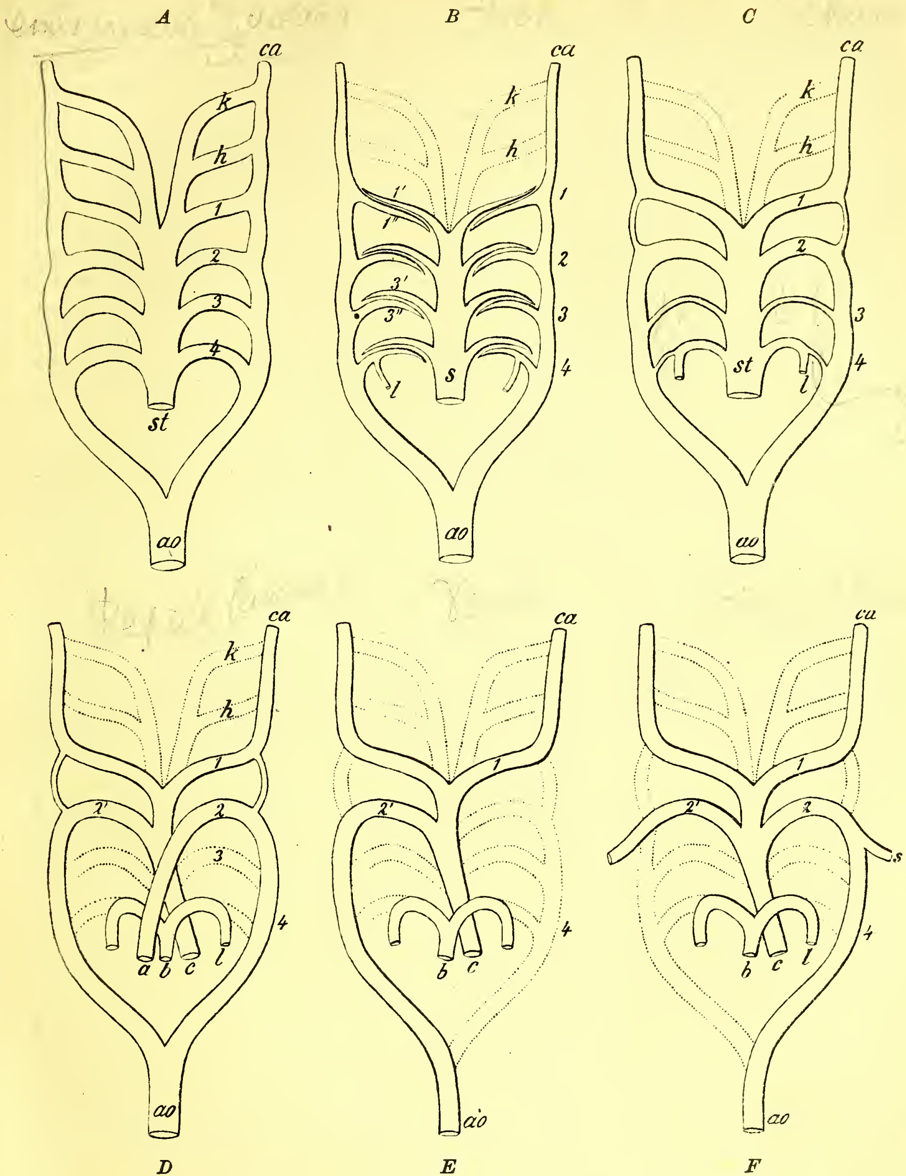


Fig. 286. Schemata der Arterienbogen verschiedener Wirbelthiere. *A* embryonaler Zustand, *B* Fisch, *C* Schwanzlurch, *D* Reptil (Eidechse), *E* Vogel, *F* Säugethier. Die zu Grunde gegangenen Gefässtheile sind punktirt dargestellt. *k* und *h* die zwei ersten, fast stets zu Grunde gehenden, embryonalen Bogen, *1—4* die vier hinteren Bogen. *1'* und *3'* zuführende erste und dritte Kiemenarterie, *1''* und *3''* abführende Kiemenarterien. *2* in *D* und *F* linker zweiter Bogen, *2'* in *D*, *E* und *F* rechter zweiter Bogen. *a*, *b*, *c* die Röhren, in welche der Arterienstamm bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren getheilt ist. *ao* Aorta, *ca* Carotis, *l* Lungenarterie, *s* (in *F*) Arterie zur linken Vordergliedmaasse, *s* (in *B*) und *st* Arterienstamm. — Orig.

Verhältnisse des ausgebildeten Thieres. — Augenscheinlich weist die Entwicklung der genannten Arterienbogen und der vorhin erwähnten Visceralspalten bei den Embryonen der höheren Wirbelthiere (Reptilien, Vögel, Säugethiere) darauf hin, dass diese Wirbelthiere von Formen mit Kiemenathmung abgeleitet werden müssen.

Vom Venensystem ist hervorzuheben, dass das venöse Blut vom Darmkanal, der Milz und anderen Eingeweiden nicht direct zum Herzen geht, sondern sich in einem grossen Stamm sammelt, der Pfortader, welche dann in die Leber eintritt, sich in letzterer verzweigt und in ein Capillarnetz auflöst, aus welchen das Blut sich wieder zur Lebervene sammelt, die dasselbe zum Herzen führt. Eine ähnliche Einrichtung finden wir bei Fischen, Amphibien und Reptilien auch für die Niere, das Nierenpfortadersystem: Venen vom Schwanz und von den Hintergliedmaassen gehen zu den Nieren und lösen sich hier in Capillaren auf, aus welchen wieder Venen entstehen, die zum Herzen laufen. Bei Fischen und Amphibien kommt es nicht ganz selten vor, dass einzelne grössere Venen pulsiren (Venenherzen); an den betreffenden Stellen sind ebenso wie im Herzen quergestreifte Muskelzellen vorhanden. Durchweg sind in den Venen (nicht aber in den Arterien) Klappen angebracht, welche den Blutstrom reguliren. — Bei den Wirbelthieren ist ein ausgebildetes Capillarnetz vorhanden, welches die feinsten Arterien und Venen mit einander verbindet. — Die Blutkörperchen sind bei den Wirbelthieren von zweierlei Art: amöboide weisse Blutkörperchen in geringerer Anzahl, und formbeständige, scheibenförmige rothe Blutkörperchen, welche in der Regel oval und kernhaltig, bei den Säugethieren kreisrund, in der Mitte eingedrückt, kernlos sind. Letztere verleihen dem Blut seine rothe Färbung; die Blutflüssigkeit selbst ist farblos.

Zuweilen theilt sich eine Arterie oder eine Vene plötzlich in eine grössere Anzahl dicht an einander gelagerter, oft anastomosirender Aeste, welche sich nachher wieder zu einem einfachen Gefäss vereinigen. Ein solches Gefässnetz nennt man ein Wundernetz, *Rete mirabile* (Schwimmblase der Fische, Niere etc.).

Den Wirbelthieren eigen ist das sogenannte Lymphgefässsystem, ein besonderes, in allen Theilen des Körpers verbreitetes System Flüssigkeit führender Kanäle und Räume. Seine Aufgabe ist es, theils die aus den Capillargefässen in die Gewebe ausgetretene Blutflüssigkeit wieder aufzusaugen, theils die von der Darmwand aufgesogene gelöste Nahrung (*Chylus*) aufzunehmen und beiderlei Flüssigkeiten in den Blutstrom überzuführen: seine Hauptstämme münden in gewisse grössere Venen ein. Die Lymphgefässe sind bei niederen Wirbelthieren (Fischen, Amphibien, Reptilien) theilweise als Arterien (und Venen) umgebende Scheiden vorhanden, während sie sonst durch gesonderte Gefässe repräsentirt sind, welche allerdings zum Theil von unregelmässiger Form, oft sehr weit, sackförmig etc. sind. Oft finden sich grössere Lymphräume (Lymphsinusse), z. B. unterhalb der Haut der Frösche. Häufig finden sich in der Nähe der Stellen, wo die grossen Lymphstämme in die Venen münden, Erweiterungen, welche rhythmisch contractil sind: Lymphherzen, beim Frosch z. B. ein Paar weit nach hinten auf der Rückenseite; sie fehlen bei den Säugethieren, kommen dagegen in den übrigen Classen vor. Die in den Lymphgefässen vorhandene Flüssigkeit ist farblos oder weisslich und

enthält zahlreiche, mit den weissen Blutkörperchen identische Zellen, Lymphkörperchen. Letztere werden in zellenreichen Bindegewebspartien gebildet, welche mit den Lymphbahnen in Verbindung stehen und an die durchströmende Lymphe Zellen abgeben; oft sind es bestimmter gestaltete, rundliche Körper, sogenannte Lymphfollikel, welche, besonders bei den Säugethieren, häufig zu grösseren Massen, Lymphdrüsen, angehäuft sind. — Ein mit dem eigentlichen Gefässsystem in Verbindung stehendes Organ, welches ebenfalls die Aufgabe hat, weisse Blutkörperchen zu erzeugen, ist die Milz, ein ansehnlicher, dunkelrother Körper, welcher seinen Platz in der Bauchhöhle in der Nähe des Magens hat.

Die rothen Blutkörperchen werden besonders in der Milz und im Knochenmark gebildet. Das Epithel, welches einige der dort gelegenen Blutgefässe auskleidet, ist stark verdickt und mehrschichtig; Zellen dieses Epithels bilden sich zu rothen Blutkörperchen um, lösen sich ab und treten dann in den Blutstrom über.

Die Nieren, welche an der oberen Wand der Leibeshöhle ihren Platz haben, bestehen aus zahlreichen langen, gewundenen Drüsenschläuchen, den Harnkanälchen, welche von Bindegewebe zusammengehalten werden. Am geschlossenen Ende der Harnkanälchen liegt ein kleiner Gefässknäuel (*Glomerulus*), welcher so zu sagen in den erweiterten Endabschnitt des Kanälchens eingedrückt ist, so dass dieser in sich selbst zurückgestülpt ist (die Bowman'sche Kapsel); der Glomerulus ist ein kleines Gefässnetz (Wundernetz), gebildet von einer kleinen Arterie, welche sich an dieser Stelle in eine Anzahl netzförmig verbundener Aestchen spaltet, die sich wieder zu einer einfachen Arterie sammeln; letztere löst sich nachher in das Gefässnetz der Niere auf. Der Gefässknäuel scheint die Aufgabe zu haben, die wässerigen Theile des Harns auszuscheiden (durch Endosmose durch die dünne Wand), während die darin aufgelösten Stoffe von dem Epithel der Harnkanälchen abgesondert werden. Bei manchen Fischen (Selachiern) und bei den Amphibien entspringen von den Harnkanälchen Aeste, welche an die Oberfläche der Niere führen und hier mit einem offenen Wimpertrichter enden, so dass die Harnkanälchen bei diesen Thieren mit der Leibeshöhle in offener Verbindung stehen. Der Harn wird nach aussen befördert durch die Harnleiter, welche entweder in die Kloake oder mit einer gemeinsamen Oeffnung an der Oberfläche in der Nähe des Afters münden. — Ueber die Harnblase vergleiche die einzelnen Abtheilungen.

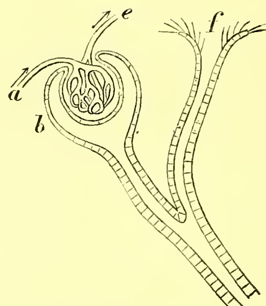


Fig. 287. Ende eines Harnkanälchens eines Wirbelthieres, Schema. *u* das Harnkanälchen, welches sich in zwei Aeste spaltet, von welchen der eine mit einem Wimpertrichter, *f*, der andere mit einer Bowman'schen Kapsel, *b*, endet. *a* zu-, *e* abführende Arterie. — Orig.

Bei den Fischen [1]) und Amphibien steht jede Niere mit dem Hoden derselben Seite durch feine Querkanälchen in Verbindung, so dass der Samen durch die Harnkanälchen und weiter durch die Harn-

1) Wir sehen hier von dem abweichenden Verhältnisse der Knochenfische ab (vergl. den Abschnitt „Fische“).

leiter ausgeführt wird. Meistens ist es so, dass der Hoden nur mit dem vordersten, oft verschmälerten Theil in Verbindung steht. — Bei den Embryonen der Reptilien, Vögel und Säugethiere werden auf einer frühen Stufe ein Paar Nieren, die sog. Urnieren, gebildet, die eine Zeit lang als Excretionsorgane fungiren, später aber von einem anderen, von jenem unabhängigen Nierenpaar, den bleibenden Nieren, ersetzt werden, welche das übrige Leben hindurch fungiren. Die Urniere und ihr in die Kloake mündender Ausführungsgang (Urnierengang) geht im weiblichen Geschlecht gänzlich zu Grunde;

Fig 288.

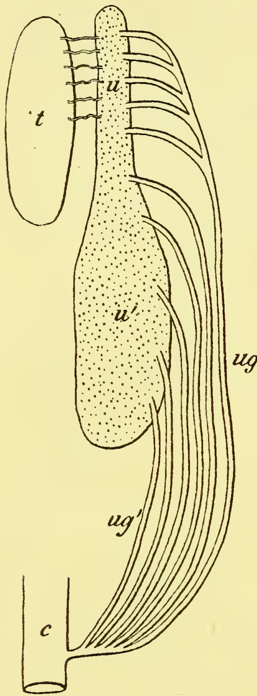


Fig. 289.

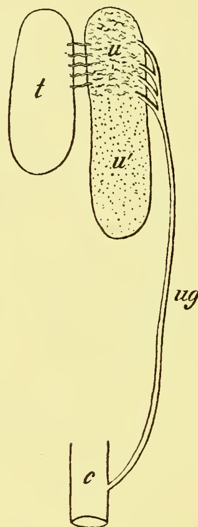


Fig. 288. Hoden, Niere etc. eines Amphibiums, Schema. *c* Kloake, *t* Hoden, *u* vorderer, *u'* hinterer Theil der Niere, *ug* Harnleiter, *ug'* Ausführungsgänge des hinteren Theiles der Niere, welche erst in den hintersten Theil des Harnleiters münden. — Orig.

Fig. 289. Hoden, Urniere etc. des Embryos eines höheren Wirbelthieres, Schema. *c* Kloake, *t* Hoden, *u* vorderer Theil der Urniere (welcher zum Nebenhoden wird), *u'* hinterer, zu Grunde gehender Theil der Urniere, *ug* Urnierengang (Samenleiter). — Orig.

beim Männchen tritt aber der Hoden mit dem vorderen Theil der Urniere durch feine Kanälchen in Verbindung, und dieser Theil der Urniere bleibt lebenslänglich als sogenannter Nebenhoden (*Epididymis*) bestehen, ein aus einer Anzahl gewundener Schläuche zusammengesetzter Körper, welcher an der Seite des Hodens liegt und den Samen aus diesem aufnimmt, um ihn in den Urnierengang überzuleiten, welcher somit bei dem ausgebildeten Thier als Samenleiter (*Vas deferens*) fungirt. Der hintere Theil der Urniere geht dagegen zu Grunde, und auch der Nebenhoden verliert seine ursprüngliche Bedeutung als Excretionsorgan. — Es ergiebt sich aus dieser Darstellung, dass die Urnieren der Reptilien, Vögel und Säugethiere den „Nieren" der Fische und Amphibien entsprechen, dass dagegen die bleibenden Nieren jener eine Neubildung sind.

Mit dem Namen Vorniere (*Pronephros*)[1]) bezeichnet man ein Paar im vordersten Theil der Leibeshöhle befindliche Organe, welche aus je einem Drüsenschlauch oder einer kleinen Gruppe von solchen bestehen; das eine Ende der Drüsenschläuche öffnet sich trichterförmig in die Leibeshöhle, während das andere Ende sich mit einem Gang verbindet, welcher in die Kloake ausmündet; gegenüber den trichterförmigen Oeffnungen ragt von der Leibeshöhlenwand ein grosser Gefässknäuel (Glomus) hervor. Die Vorniere erscheint beim Embryo früher als irgend ein anderes harnabsonderndes Organ und verschwindet gewöhnlich bald[2]); ihr Ausführungsgang bleibt aber bestehen und zwar als Ausführungsgang der Niere der Fische und Amphibien und der Urniere der höheren Wirbelthiere. Bei letzteren ist die Vorniere übrigens meist ohne functionelle Bedeutung und sehr schwach entwickelt, bei den Amphibien und manchen Fischen fungirt sie dagegen eine Zeit lang (beim Embryo und zuweilen auch beim jungen Thier) als Harnorgan.

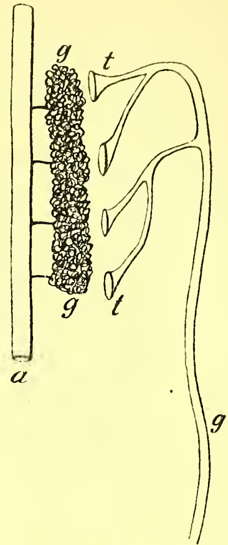


Fig. 290. Vorniere, Schema. *a* Aorta, *g—g* (links) Gefässknäuel, *g* (unten rechts) Ausführungsgang der Vorniere, *t* Trichter. — Orig.

Bei den Wirbelthieren findet man allgemein ein Paar (zuweilen in mehrere Stücke gesonderter) sogenannter Nebennieren, Organe, deren Bedeutung bis jetzt dunkel ist; wir erwähnen sie nur an dieser Stelle, weil sie meist in der Nähe der Nieren liegen, zu denen sie übrigens in keinem näheren Verhältniss stehen. Die Nebennieren, welche meistens von gelblicher oder bräunlicher Farbe sind, bestehen aus Bindegewebe mit eingelagerten Zellensträngen oder -bläschen; sie sind sehr nerven- und gefässreich.

Die Eierstöcke, von welchen die Wirbelthiere ein Paar besitzen (bei manchen Fischen sind beide verschmolzen, bei den Vögeln fehlt meistens der eine), haben ihren Platz in der Leibeshöhle, an deren oberer Wand sie festgeheftet sind. Ihre Oberfläche ist mit einem einschichtigen Epithel bekleidet, von welchem (schon auf einer frühen Entwicklungsstufe) in das unterliegende Bindegewebe Einstülpungen stattfinden. Diese eingestülpten Epithelpartien schnüren sich vom Oberflächenepithel ab und theilen sich in kleine rundliche Zellengruppen, in denen man eine centrale, grössere Zelle bemerkt, welche von einer Schicht kleinerer Zellen umgeben ist. Eine solche Zellengruppe wird als ein Graaf'scher Follikel bezeichnet; die centrale Zelle ist das junge Ei, welches sich allmählich vergrössert und oft eine enorme Grösse erreicht. Um das Ei herum scheiden die umgebenden Zellen eine zuweilen ziemlich dicke Dotterhaut aus. Diese Zellen bilden bei allen Wirbelthieren zunächst eine einfache Schicht um das Ei und bleiben auch meistens auf dieser Stufe

1) Im Vergleich hiermit wird die Niere der Fische und Amphibien und die dieser entsprechende Urniere der höheren Wirbelthiere als *Mesonephros*, die bleibende Niere der letzteren als *Metanephros* bezeichnet.

2) Bei gewissen Knochenfischen bleibt sie lebenslänglich als harnabsonderndes Organ bestehen; bei manchen anderen Knochenfischen erhält sie sich zwar auch, bildet sich aber um und sondert beim erwachsenen Thier keinen Harn mehr ab.

stehen; nur bei den Säugethieren theilen sie sich derartig, dass das junge Ei von mehreren Zellenschichten umgeben wird; später bildet sich in dieser Zellenmasse ein spaltförmiger Hohlraum (Fig. 291, *s*). welcher allmählich grösser wird, so dass der reife Graaf'sche Follikel der Säugethiere als ein kugeliger Körper erscheint mit einem ansehnlichen, von Zellen umgebenen Hohlraum, in welchen ein das Ei umschliessender Zellenhügel hineinragt. Die reifen Eier fallen in die Leibeshöhle, indem der Eierstock über dem Graaf'schen Follikel gesprengt wird. Die Eier sind bei verschiedenen Wirbelthieren von sehr verschiedener Grösse, am kleinsten bei den Säugethieren (mikroskopisch klein), am grössten bei Vögeln und Selachiern; bei den mit grösseren Eiern versehenen Wirbelthieren drängen die Eier die Oberfläche des Eierstocks derartig vor, dass letztere sehr uneben wird, bei den Vögeln sogar derartig, dass der Eierstock traubenförmig wird, während er im Gegensatz bei den Säugethieren meistens ein kleiner, glatter, abgerundeter Körper ist. — Die Eier werden in der Regel durch die sogenannten Müller'schen Gänge ausgeführt, ein Paar langer, an beiden Enden offner Schläuche, welche sich an dem einen Ende mit einem bewimperten Trichter in die Leibeshöhle (meistens in der Nähe des Eierstockes derselben Seite) öffnen, mit dem anderen Ende in die Kloake oder mit einer besonderen Oeffnung in der Nähe des Afters ausmünden. (Ueber die abweichenden Verhältnisse der Eierstöcke und Eileiter, welche bei einem Theil der Fische bestehen, sind diese zu vergleichen.)

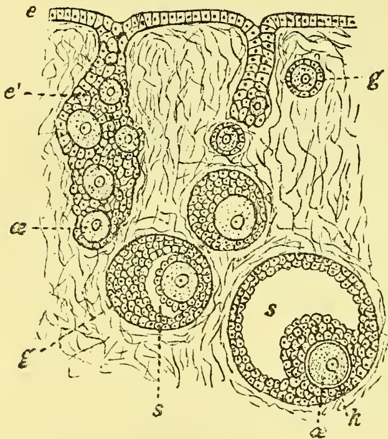


Fig. 291. Schnitt durch den Eierstock eines Säugethieres, Schema. *e* Epithel an der Oberfläche des Eierstocks, *e'* eingestülpte Theile des Epithels, *g'* jüngerer Graaf'scher Follikel, *g* etwas älterer do., *s* Spaltraum, *œ* Ei, *k* Kern desselben. — Nach Wiedersheim, verändert.

Die Hoden, ebenfalls ein Paar, haben gewöhnlich ebenso wie die Eierstöcke ihren Platz an der oberen Wand der Leibeshöhle (über die bei den Säugethieren während der Entwicklung stattfindende Lageveränderung vergl. diese). Sie bestehen aus einer Menge dicht zusammengepackter, gewundener, drüsenähnlicher Schläuche (Samenkanälchen), in denen die Samenkörperchen durch Umbildung der dort vorhandenen Zellen gebildet werden. Ueber die Art, in welcher der Samen aus dem Körper ausgeführt wird, vergl. oben S. 377—78. Ueber die Begattungsorgane siehe die einzelnen Abtheilungen.

Oft (Selachier, Amphibien, Säugethiere) findet man auch beim männlichen Thier mehr oder weniger ansehnliche Rudimente von Müller'schen Gängen, ebenso wie man auch beim weiblichen Thier zuweilen Ueberreste der Urniere (Nebeneierstock, *Parovarium*) und der Urnierengänge (Gartner'sche Gänge, z. B. bei den Wiederkäuern) findet.

Die allermeisten Wirbelthiere sind getrennten Geschlechts. Nur bei einzelnen Arten von Knochenfischen werden bei demselben Individuum sowohl Eier als Samen erzeugt, es ist also ein wirklicher Hermaphro-

ditismus bei diesen vorhanden; Eier und Samen werden in einer gemeinsamen Geschlechtsdrüse gebildet, indem sich die Eier in gewissen Theilen derselben, die Samenkörperchen in anderen entwickeln. Bei nicht wenigen anderen Knochenfischen findet man, ebenfalls als regelmässige Erscheinung, dass die Geschlechtsdrüsen gewissermaassen einen gemischten Charakter haben, derart, dass sie zwar überwiegend entweder Eierstöcke oder Hoden sind, dass aber dabei kleinere Partien der Eierstöcke als Hoden, der Hoden als Eierstöcke, gebaut sind; diese kleineren Partien liefern aber keine reifen Geschlechtsproducte. Auch mit dem Hoden der Kröten (*Bufo*) ist ein Theil verbunden, welcher einem Eierstock ähnlich ist, zu einer Bildung reifer Eier kommt es aber in demselben nicht[1]. — Als seltene Abnormität können ähnliche Verhältnisse auch bei anderen Wirbelthieren (z. B. bei den Säugethieren) vorkommen: man kann z. B. an der einen Seite einen Hoden, an der anderen einen Eierstock finden, oder es kann jederseits eine Geschlechtsdrüse vorhanden sein, welche theilweise Hoden-, theilweise Eierstocksbau besitzt; zu einer Production reifer Geschlechtsstoffe von beiderlei Art scheint es aber in solchen Fällen nie zu kommen. Häufiger als diese „echten Hermaphroditen" sind die sogenannten Pseudohermaphroditen, welche entweder nur Hoden oder nur Eierstöcke besitzen, dabei aber in den Ausführungsgängen oder in der Ausbildung der Begattungsorgane Charaktere des anderen Geschlechts aufweisen: so kommen z. B. unter den Haussäugethieren gar nicht so sehr selten männliche Individuen vor, welche sehr entwickelte, denen des Weibchens ähnliche Müller'sche Gänge besitzen. Als leise Andeutungen von Pseudohermaphroditismus sind auch gewisse normale Verhältnisse aufzufassen: das schon vorhin erwähnte Vorhandensein rudimentärer Müller'scher Gänge beim Männchen, oder von rudimentären Begattungsorganen beim Weibchen verschiedener Wirbelthiere (Clitoris der Säugethiere etc.)

Die Mehrzahl der Wirbelthiere sind eierlegend. Das abgelegte Ei ist zuweilen von einer Gallertmasse (bei den Amphibien), in anderen Fällen (Selachier) von einer hornartigen Schale, wieder in anderen (Reptilien, Vögel) von einer kalkhaltigen, festen oder halbfesten Schale umgeben, die ausser der Eizelle eine dieselbe umhüllende Eiweissmasse umschliesst, welch letztere allmählich vom Embryo aufgesogen wird; sämmtliche Umhüllungen sind Producte von Drüsen, welche in der Eileiterwand liegen. — Viele Wirbelthiere sind jedoch lebendiggebärend, die embryonale Entwicklung wird im Eileiter der Mutter (oder bei den Knochenfischen in deren hohlem Eierstock) durchlaufen. In den einfachsten Fällen findet man dann, dass das Ei, von den gewöhnlichen Umhüllungen (Schale etc.) umgeben, seine Entwicklung in der Mutter durchläuft, ohne dass übrigens letztere einen Zuschuss zu dem sich entwickelnden Embryo liefert; die Geschlechtswege des Mutterthieres sind lediglich eine Aufbewahrungsstelle für das

1) Nach der Auffassung einiger Forscher wäre auch der Inger (*Myxine*) ein wirklicher Hermaphrodit und zwar derart, dass er in jüngerem Zustande als Männchen, später als Weibchen fungirte. Ob dieser Schluss berechtigt ist, dürfte aber noch sehr zweifelhaft sein; sicher ist, dass bei einigen männlichen Exemplaren dieser Form der vordere Theil der Geschlechtsdrüse den Charakter eines unreifen Eierstockes hat (während der hintere Theil Hoden ist); ob aber dieser Theil sich später zu einem reifen Eierstock entwickelt, oder ob er — wie der ähnliche Theil bei den männlichen Kröten — auf derselben Stufe verharrt, ist nach den bisherigen Befunden nicht zu entscheiden.

Ei (so bei manchen Reptilien): ovovivipare Thiere. Eine Annäherung an dieses Verhältniss findet man schon bei manchen eierlegenden Wirbelthieren, bei denen die abgelegten Eier bereits einen mehr oder weniger ausgebildeten Embryo enthalten, bei denen somit ein erster Abschnitt der Embryonalentwicklung im Mutterthiere, der Schluss derselben dagegen ausserhalb desselben durchlaufen wird (so ist es z. B. bei der gemeinen Ringelnatter). Bei anderen lebendiggebärenden Thieren liegt dagegen der Embryo in einer von der Mutter (gewöhnlich deren Eileiterwand) abgesonderten Flüssigkeit, welche er in den Darmkanal oder durch die Haut aufnimmt (Aalmutter, gewisse Rochen, Beutelthiere u. a.), und wird somit von der Mutter ernährt; bei anderen wieder senken sich Auswüchse des Embryos in die Eileiterwand ein, dienen als Organe zur Aufsaugung der Blutflüssigkeit der Mutter, in welcher der Embryo gewissermaassen ein schmarotzendes Dasein führt (Säugethiere, einzelne Reptilien und Selachier).

Die Eifurchung ist bei einem Theil der Wirbelthiere — Amphioxus, Cyclostomen, Ganoiden, Amphibien (mit Ausnahme der Coecilien und einzelner anderer), den meisten Säugethieren — eine totale, bei anderen, deren Eier einen grösseren Umfang besitzen, dagegen eine partielle (Selachier, Knochenfische, Reptilien, Vögel, Monotremen). Es bildet sich wie bei anderen Thieren eine Gastrula, welche bei Amphioxus die einfachsten Verhältnisse darbietet (vergl. S. 47), während die Bildung bei den übrigen etwas complicirter ist (S. 49—51); für die Säugethiere ist man über die Gastrulabildung noch nicht vollkommen in's Klare gekommen. Die meisten Wirbelthierembryonen sind eine Zeit lang mit einem Dottersack versehen (vergl. S. 54), welcher bei einigen eine kolossale Grösse besitzt (bei den Selachiern z. B.), aber meistens verschwunden oder nicht mehr äusserlich sichtbar ist, wenn das Thier geboren wird, d. h. die Eischale oder die Mutter verlässt. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren (den amnioten Wirbelthieren) findet man das eigenthümliche Verhältniss, dass der Embryo von mehreren Embryonalhüllen (Fruchthüllen) umgeben ist, welche ihrer Entwicklung nach besondere Körperanhänge des jungen Thieres darstellen, embryonale Organe sind, die abgeworfen werden, wenn das Junge geboren wird.

Am Hühnerei bemerkt man auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe um diejenige Partie, welche zu dem eigentlichen Embryo wird — im Gegensatz zu der weit grösseren Partie, welche zum Dottersack wird — eine von dem Ektoderm und der äussersten Schicht des Mesoderms gebildete Falte. Diese wächst allmählich über den ganzen Embryo hinaus, ihre Ränder begegnen sich und verschmelzen mit einander, und so wird oberhalb des Embryos ein Hohlraum gebildet, welcher von dem inneren Blatte der verwachsenen Falten begrenzt wird; letzteres Blatt wird jetzt als Amnion (Schafhaut) bezeichnet, während das äussere Blatt, welches unten in die Bekleidung des Dottersackes übergeht, die seröse Hülle genannt wird. Ferner wächst in den Hohlraum zwischen der serösen Hülle und dem Amnion eine Ausstülpung von dem hinteren Theile des Darmes des Embryos hinein, welche aus einer inneren Entodermlage und einer äusseren Mesodermlage besteht. Diese Ausstülpung, die Allantois, wächst allmählich zu einem abgeplatteten Sack von bedeutender Grösse heran, welcher sich zwischen das Amnion und die seröse Hülle erstreckt

und durch einen engen Gang mit dem Darmkanal des Embryos in Verbindung steht; die Allantois ist sehr gefässreich und fungirt theils als Behälter für den vom Embryo abgesonderten Harn, theils als Athmungswerkzeug. Aehnliche Verhältnisse findet man auch bei den übrigen Vögeln, den Reptilien und den Säugethieren; bei letzteren

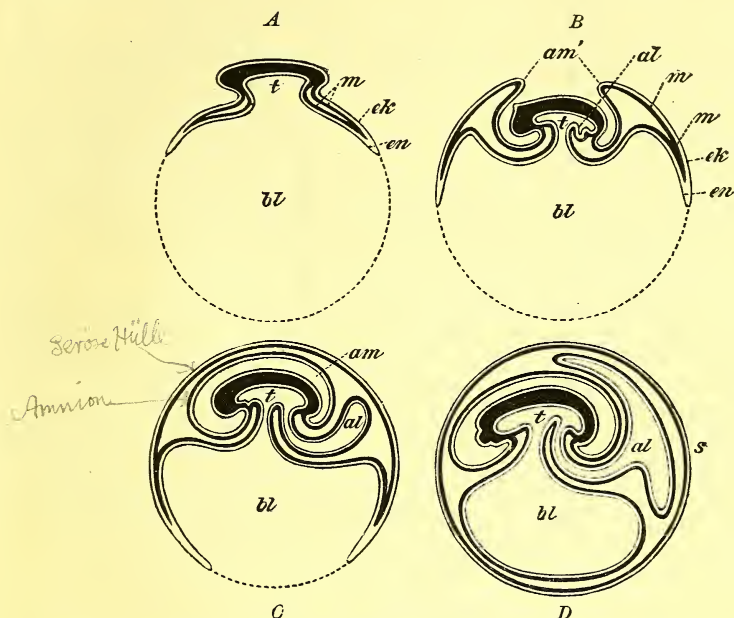


Fig. 292. Zur Illustration der Entwicklung der Embryonalhüllen bei einem Vogelembryo; schematische Längsschnitte verschiedener Stadien. In *A* hat die Entwicklung der Hüllen noch nicht angefangen. *ek* Ekto-, *en* Ento-, *m* Mesoderm (breitere Linie), *am* Amnion, *am'* die Falten, aus welchen Amnion und seröse Hülle entstehen, *s* seröse Hülle, *al* Allantois, *bl* Nahrungsdotter, *t* Darm. — Orig. (z. Th. nach älteren Vorbildern).

verwächst die Allantois mit der serösen Hülle, und es bilden sich an denselben gefässreiche Auswüchse, welche in die Wand des Uterus hineinwachsen und als Aufsaugungsapparate fungiren (Placenta) [1]). — Bei den Fischen und Amphibien fehlen solche Eihüllen völlig.

Die Wirbelthiere nehmen in der Thierwelt einen etwas isolirten Platz ein; einen engeren Anschluss an einen anderen Thierkreis hat man bislang nicht nachweisen können. Von den fünf Hauptabtheilungen der Wirbelthiere — wir sehen hier vom Amphioxus ab — schliessen sich die Fische und Amphibien in manchen Punkten (vergl. die untenstehende Uebersicht rechts) näher an einander an, gegenüber den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, welche sich ebenfalls näher zusammenschliessen; die beiden ersten Abtheilungen werden deshalb manchmal als *Anamnia*, die letzteren als *Amniota* zusammengefasst. Andererseits zeigen aber die Amphibien in manchen Punkten mit den Amnioten gemeinschaftliche Charaktere im Gegensatz zu den Fischen (vergl. die Uebersicht links).

---

1) Eine Bildung ähnlicher, den Embryo umgebender Hüllen wie bei den genannten Wirbelthieren findet man bei den Insekten und bei einzelnen Würmern.

	1. Amphioxus	Embryonalhüllen fehlen. 1. und 2. Rumpfwirbel nicht besonders ausgebildet. Kiemen wenigstens in der Jugend vorhanden. Mesonephros fungirt als Harnorgan das ganze Leben hindurch. Herzkammer ungetheilt.
Skelet der Gliedmaassen nicht in Oberarm, Unterarm, Finger etc. gegliedert. Eine Hornschicht fehlt. Geruchsorgan eine Grube. Augenlider fehlen. Gehörknöchelchen fehlt. Vorhof des Herzens ungetheilt.	2. Fische	
Skelet der Gliedmaassen in Oberarm, Unterarm, Finger etc. gegliedert. Hornschicht vorhanden. Geruchsorgan mit äusserer und innerer Oeffnung. Augenlider vorhanden. Gehörknöchelchen. Vorhof des Herzens getheilt.	3. Amphibien	
	4. Reptilien	Embryonalhüllen vorhanden. 1. und 2. Rumpfwirbel als „Atlas“ und „Epistropheus“ ausgebildet. Kiemen fehlen. Mesonephros wird vom Metanephros abgelöst. Herzkammer vollständig oder unvollständig getheilt.
	5. Vögel	
	6. Säugethiere	

1. Classe. **Lanzettfische** (*Leptocardii*).

Der Körper ist gestreckt, zusammengedrückt, an beiden Enden zugespitzt; längs der Rückenseite und längs der Unterseite des Schwanzes läuft ein Flossensaum; Gliedmaassen fehlen. Das Skelet ist durch eine kräftig entwickelte, den ganzen Körper durchziehende, vorn und hinten zugespitzte Chorda repräsentirt. Oberhalb derselben liegt das Centralnervensystem als ein langes, stabförmiges Organ ohne gesondertes Gehirn; sein centraler Kanal steht vorn durch eine feine Oeffnung mit der Oberfläche in Verbindung. Es ist ein

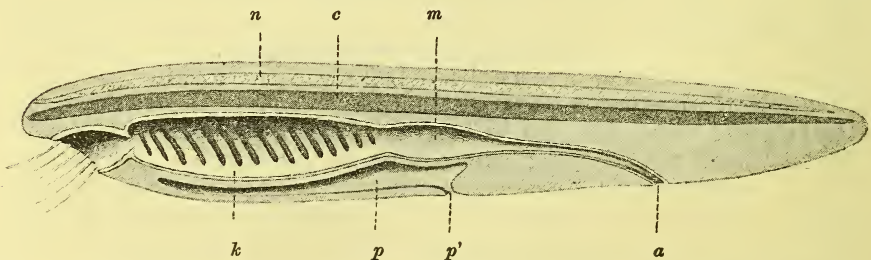


Fig. 293. Schematischer Längsschnitt von Amphioxus. *a* After, *c* Chorda, *k* Kiemensack, *m* Magen, *n* Centralnervensystem, *p* Peribranchialhöhle, *p'* deren Oeffnung. — Orig.

unpaares Auge in Form einer pigmentirten Partie im vordersten Theil des Centralnervensystems vorhanden; paarige Augen und Gehörwerkzeuge fehlen. Die Musculatur ist in ähnlicher Weise wie bei den Fischen angeordnet; die Muskelfasern sind quergestreift. Unterhalb der Chorda liegt der Darmkanal, welcher unter dem Vorderende des Thieres mit einer von einer Anzahl hervorstehender Tentakel („Cirren") umgebenen Mundöffnung seinen Anfang nimmt; letztere führt in einen sehr grossen, von zahlreichen Querspalten durchbrochenen Kiemensack hinein, welcher sich nach hinten durch einen grösseren Theil des Körpers erstreckt. Hinten geht der Kiemensack in den Magen über, welcher mit einer grösseren Ausstülpung, der Leber, versehen ist; der Darm ist kurz, gerade und mündet auf der Unterseite nicht sehr weit vom hinteren Ende (so dass die Länge des Schwanzes nicht bedeutend ist). Die Spalten des Kiemensackes führen nicht direct an die Oberfläche, sondern in eine denselben umgebende Peribranchialhöhle, welche sich auf der Unterseite in einigem Abstand vor dem After öffnet. Bei dem ganz jungen Amphioxus münden die Kiemenspalten direct nach aussen, später entwickelt sich aber oberhalb derselben auf jeder Seite eine Längsfalte, welche über sie herabwächst und sich auf der Bauchseite mit derjenigen der anderen Seite vereinigt. Das Gefässsystem ist dadurch merkwürdig, dass ein abgegrenztes Herz fehlt; dagegen pulsiren sämmtliche Gefässe. Es befindet sich unterhalb des Kiemensackes ein unpaarer Gefässstamm, welcher das venöse Blut aus dem Körper empfängt und von welchem Aeste zum Kiemensack abgehen; aus letzterem sammelt sich das Blut zu einer unterhalb der Chorda verlaufenden Aorta. Es ist dasselbe Leberpfortadersystem wie bei den anderen Wirbelthieren vorhanden. Rothe Blutkörperchen fehlen. Als Excretionsorgane fungiren zahlreiche kurze, bewimperte Röhren, welche in einer Reihe jederseits liegen; jedes Röhrchen mündet mit einer Oeffnung oben in die Peribranchialhöhle, mit mehreren Oeffnungen in die Leibeshöhle. Die Geschlechter sind getrennt, die Geschlechtsorgane sind durch mehrere Eierstock- resp. Hodenpaare repräsentirt, welche in der Leibeswand, an deren der Peribranchialhöhle zugekehrter Seite, liegen; Eier und Samen werden durch Bersten der Organe in die Peribranchialhöhle entleert, gelangen durch die Kiemenspalten in die Kiemenhöhle und werden durch die Mundöffnung ausgestossen. Die Furchung ist total, die Blastula einschichtig, Ento- und Ektodermzellen wenig verschieden (Gastrulabildung nach dem Fig. 29 abgebildeten Typus); der Embryo verlässt sehr früh die Eihülle, und die kurze Larve schwimmt mittels der ihre Oberfläche bedeckenden Wimperhaare umher.

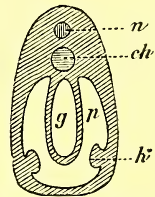


Fig. 294. Querschnitt durch den vorderen Theil des Körpers von *Amphioxus*, Schema. *n* Rückenmark, *ch* Chorda, *g* Kiemenhöhle, *p* Peribranchialhöhle, *k* Geschlechtsdrüse. — Orig.

Die Classe der Lanzettfische, welche nur die Gatt. *Amphioxus* umfasst, nimmt in manchen Punkten die ursprünglichste Stellung unter allen Wirbelthieren ein (Skelet, Nervensystem, Entwicklung etc.), während sie in anderen Punkten eigenartig und keineswegs ursprünglich ausgebildet ist (Peribranchialhöhle etc.).

An den europäischen Küsten lebt, in den Sand vergraben, der farblose, bis 7 cm lange *Amphioxus lanceolatus*.

2. Classe. **Fische** (*Pisces*).

Die Leibesform ist im Allgemeinen zusammengedrückt-spindelförmig; Kopf, Rumpf und Schwanz gehen allmählich in einander über; letzterer ist sehr musculös; ein Halz ist nicht entwickelt und die Beweglichkeit des Kopfes gewöhnlich sehr gering. Von diesem gewöhnlichen Typus können übrigens zahlreiche Fische mehr oder weniger abweichen; man findet z. B. Fische, welche so stark seitlich zusammengedrückt sind, dass ihr Körper eine senkrechte Platte darstellt; bei anderen sind vielmehr Kopf und Rumpf stark niedergedrückt, bei anderen wieder ist der Körper so gestreckt, dass er eine wurmförmige Gestalt hat, oder er ist im Gegentheil ausserordentlich kurz, klumpig etc. Längs der Rückenseite des Rumpfes und des Schwanzes und längs der Unterseite des letzteren finden sich unpaare Flossen (vergl. unten bei der Haut). Gewöhnlich sind zwei Paar, in der Regel verhältnissmässig schwach entwickelte, plattenförmige Gliedmaassen vorhanden (zuweilen fehlt das hintere oder sogar beide Paare); für die Fische eigenthümlich ist es, dass die Hintergliedmaassen, die Bauchflossen, oft weit nach vorn, in die Nähe der Vordergliedmaassen, der Brustflossen, oder sogar vor dieselben vorrücken können.

Der ziemlich dünnen Oberhaut der Fische fehlt, wie vorhin erwähnt, eine Hornschicht; in ihr sind oft Becherzellen vorhanden, deren Secret der Haut ihre schleimige Beschaffenheit giebt. Die Lederhaut enthält sehr allgemein Verknöcherungen, von welchen die bekanntesten die sogenannten Schuppen sind, dünne Knochenplatten,

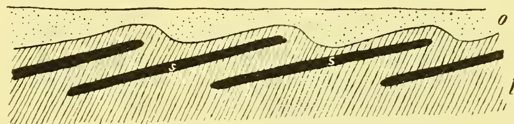


Fig. 295. Schnitt durch die Haut eines Knochenfisches; Schema, um die Lage der Schuppen zu zeigen. *l* Lederhaut, *o* Oberhaut, *s* Schuppe. — Orig.

welche in entsprechenden Höhlungen der Lederhaut liegen; oft sind sie so locker mit letzterer verbunden und liegen so dicht unter der Oberfläche (von dieser nur durch eine dünne Bindegewebsschicht und die Oberhaut getrennt), dass sie sich bei Berührung des Fisches gleich loslösen und ausfallen; sie decken sich in der Regel dachziegelartig (der deckende Rand ist der hintere) und sind dann regelmässig reihenförmig geordnet. Man unterscheidet Cycloid- und Ctenoidschuppen; letztere besitzen längs des Hinterrandes feine, zahnartige Spitzen, welche den ersteren fehlen. Die Schuppen, welche besonders bei den Knochenfischen vorkommen, sind übrigens nur eine Form der Lederhaut-Verknöcherungen und nicht scharf von anderen Formen derselben: Knochenplatten, -schildern, -dornen etc., getrennt, welche bei manchen Fischen vorkommen. Ganz verschieden ist dagegen eine andere Art fester Theile, welche an der Fischhaut vorkommen, nämlich die Haut-Zähne, welche bei manchen Selachiern die ganze Oberfläche bedecken und auch an der Haut verschiedener anderer Fische vorkommen; Bau und Entwicklung dieser Zähne entsprechen ganz denen der Mundhöhlen-Zähne: sie bestehen aus Zahnbein und Schmelz, welche in gewöhnlicher Weise gebildet werden; sie liegen nicht in der Lederhaut

eingeschlossen, wie es meistens mit den Lederhaut-Verknöcherungen der Fall ist [1]), sondern ragen mit ihrem oberen Theil aus der Haut hervor; sie fallen aus und werden durch neue ersetzt, während die Lederhaut-Verknöcherungen allmählich mit dem Thier wachsen, nicht ausfallen und nicht erneuert werden. Die Form der Hautzähne ist verschieden, zuweilen sind sie mehrspitzig etc.; meistens sind sie klein, können aber auch eine ansehnliche Grösse erreichen. Bei denjenigen Knochenfischen und Ganoiden, welche Hautzähne besitzen, verbindet ihr unteres Ende sich oft mit den Hautverknöcherungen [2]).

Die unpaaren Flossen sind Hautfalten, welche meistens von festen Theilen gestützt werden. Auf einer gewissen Entwicklungsstufe, oft noch beim neugeborenen Fisch, bei anderen in der Embryonalperiode, sind die unpaaren Flossen durch einen zusammenhängenden Flossensaum repräsentirt, welcher längs der Mitte der Rückenseite des Rumpfes und Schwanzes, um die Spitze des letzteren herum und längs der Unterseite desselben und eines Theils des Rumpfes verläuft. Bei gewissen Fischen erhält sich dieser Saum ungetheilt das ganze Leben hindurch (stets schwindet jedoch der vor dem After an der Bauchseite befindliche Theil); häufiger aber zerfällt er in drei oder mehrere Abschnitte, von welchen derjenige, resp. diejenigen, welche auf der Rückenseite sitzen, als Rückenflosse, derjenige, welcher die Schwanzspitze umgiebt, als Schwanzflosse, und das oder die Stücke, welche an der Unterseite des Schwanzes sitzen, als Afterflosse bezeichnet werden. In den ausgebildeten Flossen sind in der Regel festere Theile, sogenannte Strahlen, vorhanden. Bei den Selachiern finden sich in den Flossen sogenannte Hornstrahlen [3]), hornartige, elastische, structurlose Fasern, welche sich von der Basis der Flosse gegen den Rand hin erstrecken; sie liegen in mehreren Schichten in jeder Flosse, welche steif, nicht zusammenlegbar ist [4]). Statt dieser finden sich in den unpaaren Flossen der Ganoiden, Lungenfische und Knochenfische eine Reihe stabförmiger Hautverknöcherungen, Knochenstrahlen, welche als Stützen in der Flosse liegen. Von solchen Strahlen unterscheidet man zwei Hauptformen: Weichstrahlen und Stachelstrahlen, zwischen denen sich jedoch Uebergänge finden. Ein ausgeprägter Weichstrahl ist ein Knochenstab, welcher gegliedert, d. h. der Quere nach in eine

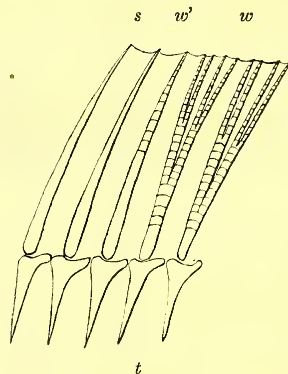


Fig. 296. Stück einer Flosse mit Stachelstrahlen (*s*) und Weichstrahlen (*w*, *w'*); *t* Flossenträger. Schema. — Orig.

1) Nicht ganz selten findet man jedoch bei den Fischen, dass echte Lederhaut-Verknöcherungen mit einer grösseren Fläche oder mit hervorragenden Spitzen entblösst liegen.

2) Mit den Hautzähnen sind die feinen, zahnartigen Spitzen nicht zu verwechseln, welche längs des Hinterrandes der oben genannten Ctenoidschuppen vorhanden sind und nur besonders entwickelte Theile der Knochenmasse dieser letzteren darstellen.

3) Der Name ist nicht sehr glücklich, denn es handelt sich hier um Theile, welche sich im Bindegewebe entwickeln und von den wirklichen Horngebilden der Wirbelthiere ganz verschieden sind.

4) Bei den Cyclostomen liegt in den Flossen eine Reihe knorpeliger Strahlen

grosse Anzahl kurze, durch Bindegewebe verbundene Stücke getheilt ist; ferner ist er an der Spitze in mehrere hinter einander liegende (ebenfalls

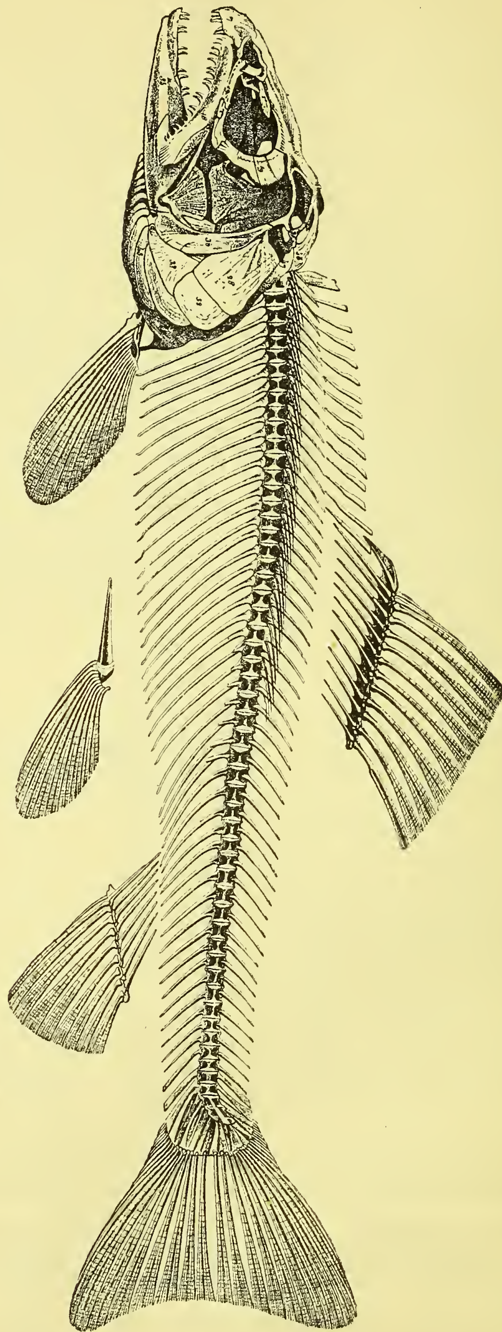


Fig. 297. Skelet einer Forelle. *17* Zwischen-, *18* Oberkieferbein, *19* Seitenlinienknochen unter und hinter dem Auge, *28* Operculum, *30* Praeoperculum, *32* Suboperculum, *33* Interoperculum, *34—35* Unterkiefer, *43* Kiemenhautstrahlen, *46—47* obere Hautknochen des Schultergürtels. — Nach L. Agassiz.

gegliederte) Aeste mehr oder weniger tief gespalten. Einigen Weichstrahlen fehlt aber diese Spaltung, und bei einigen (Fig. 296, *w'*) ist

dazu noch die Gliederung auf einen Endabschnitt des Strahles beschränkt oder fehlt gänzlich. Jeder Weichstrahl ist übrigens aus zwei symmetrischen Hälften zusammengesetzt, welche aber dicht an einander gelagert sind und einander ganz genau entsprechen. Die Stachelstrahlen sind steife, spitzige, ungegliederte Knochenstäbe; auch sie sind aus je zwei Hälften zusammengesetzt, welche aber entweder eng verbunden oder verschmolzen sind. Den Uebergang zwischen beiden genannten Strahlenformen bilden solche Strahlen, welche, ohne gegliedert zu sein, dennoch biegsam sind. Während Weichstrahlen bei allen überhaupt mit knöchernen Strahlen versehenen Fischen vorhanden sind, finden sich Stachelstrahlen nur bei einem Theil derselben und dann fast immer nur im vorderen Theil der betreffenden Flosse; in der Schwanzflosse fehlen sie. Die knöchernen Strahlen können meist niedergelegt und aufgerichtet werden; in ersterem Fall faltet sich die Flossenhaut zusammen, in letzterem wird sie ausgespannt. Zuweilen fehlt zwischen einigen auf einander folgenden Strahlen die Flossenhaut (freie Strahlen). Ueber die mit den unpaaren Flossen in Verbindung tretenden inneren Skelettheile, Flossenträger etc. vergl. unten. — Längs des Randes der bei den Fischen gewöhnlich sehr kurzen Gliedmaassen, der Brust- und Bauchflossen, findet sich ein Flossensaum, welcher in ganz ähnlicher Weise wie die unpaaren Flossen gebaut ist, bei den Selachiern also mit Hornstrahlen [1]), bei Ganoiden, Lungenfischen und Knochenfischen mit Knochenstrahlen (Weich- oder Stachelstrahlen) ausgestattet ist. Stachelstrahlen finden sich in den Brustflossen sehr selten, häufiger vorn in den Bauchflossen (in letzterem Fall sind gleichzeitig in der Rücken- und Afterflosse Stachelstrahlen vorhanden). — Ueber die mit der Haut verbundenen Sinnesorgane (Seitenlinie etc.) vergl. unten.

Mit der Haut einiger Fische sind Leuchtorgane verbunden, eigenthümlich ausgebildete Hautpartien, welche äusserlich als kleinere oder grössere Flecken erscheinen; ihr Bau ist bis jetzt nicht völlig klargestellt worden. Derartige Organe sind unter den Tiefsee-Fischen ziemlich verbreitet, kommen aber auch z. B. bei gewissen pelagischen Formen vor.

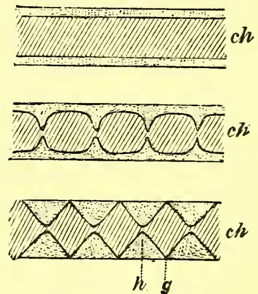


Fig. 298. Längsschnitte durch die Wirbelsäule verschiedener Fische, Schemata. In *A* und *B* ist noch eine zusammenhängende Knorpelröhre vorhanden, in *C* ist dieselbe in Wirbelkörper (*h*) getheilt. *g* Grenze von zwei Wirbelkörpern, *ch* Chorda. — Orig.

Bei manchen Fischen (Cyclostomen und Selachiern) besteht das Skelet, abgesehen von der Chorda, ausschliesslich aus Knorpel, welcher aber häufig theilweise verkalkt, d. h. in die Intercellularsubstanz Kalksalze aufnimmt: bei anderen (Ganoiden, Lungen- und Knochenfischen) wird der Knorpel, welcher auch bei ihnen ursprünglich das ganze Skelet bildet, mehr oder weniger vollständig durch wirkliche Knochen ersetzt, welche aus echtem Knochengewebe bestehen. — Das Rückgrat (Fig. 298) wird nicht ganz selten (bei den

1) Der Flossensaum und die Hornstrahlen sind in den paarigen Flossen der Haie stark entwickelt. Bei den Rochen erstrecken sich dagegen die unten zu erwähnenden (dem Gliedmaassenskelet angehörigen) knorpeligen Radien fast bis an den Rand der Flossen, und dementsprechend sind die Hornstrahlen in der Brust- und Bauchflosse der Rochen wenig oder gar nicht entwickelt.

Cyclostomen, einigen Selachiern, den Lungenfischen, den Knorpelganoiden) durch eine die Chorda umschliessende, von Knorpel oder fibrösem Bindegewebe gebildete, zusammenhängende Röhre repräsentirt, welche nicht in gesonderte Wirbelkörper getheilt ist und oben die knorpeligen Bogen trägt (welche sogar, z. B. bei dem Inger, *Myxine*, fehlen können). In der Regel aber zerfällt die Röhre in eine Anzahl Stücke, die Wirbelkörper, welche durch Bindegewebe mit einander verbunden sind. Die Wirbelkörper sind kurze, röhrenförmige Stücke, welche an ihrer Innenseite in der Mitte ringförmig verdickt sind und nach beiden Enden allmählich dünner werden; sie besitzen eine trichterförmige Vertiefung vorn und eine ähnliche hinten, welche durch eine kleine Oeffnung in der Mitte mit einander verbunden sind (ähnlich wie der Hohlraum in einer Sanduhr): biconcave (amphicöle) Wirbel. Sie umschliessen die Chorda, welche dem entsprechend starke Einschnürungen in der Mitte der Wirbel besitzt (die Chorda ist perlschnurförmig). (Bei einzelnen Haien, deren Rückgrat nicht in Wirbel getheilt ist, sind die genannten inneren Verdickungen der Wirbelkörper schon durch ringförmige Verdickungen an der Innenseite der zusammenhängenden Knorpelröhre angedeutet, vergl. Fig. 298 *B*.) Die Wirbelkörper tragen meistens je einen oberen Bogen [1]), welcher oft in einen Dornfortsatz ausgezogen ist; ferner finden sich oft unten an den Wirbeln des Rumpfes Querfortsätze, welche sich am Anfang des Schwanzes nach unten biegen und an diesem zu unteren Bogen von demselben Aussehen wie die oberen vereinigen. Bei den Selachiern bestehen die Wirbel aus Knorpel, welcher oft theilweise verkalkt, bei den Knochenganoiden und den Knochenfischen entweder nur aus Knochengewebe oder aus solchem und knorpeligen Theilen. — Eine besondere Betrachtung verdienen der im hintersten Ende des Schwanzes liegende Theil der Wirbelsäule und seine Beziehungen zur Schwanzflosse. Bei einer geringen Anzahl Fische (Cyclostomen, Lungenfische) ist das hintere Ende der Wirbelsäule gerade, und oben und unten findet sich ein fast gleich grosser Theil der Schwanzflosse, deren oberer Theil also mit dem unteren congruent ist: man sagt dann, der Fisch sei diphycerk. Bei den allermeisten Fischen ist dagegen der hintere Theil der Wirbelsäule schräg nach oben gekrümmt und die an ihrer Unterseite sitzende Flossenportion dann in der Regel weit stärker als die obere entwickelt. Bei den meisten Haien, den Knorpelganoiden und Lepidosteus ist dieses Verhältniss sehr deutlich: heterocerke Fische. Bei den Knochenfischen (Fig. 299 *D*) ist es eigentlich ebenso, hier ist jedoch die aufgebogene Partie meistens sehr kurz, besteht nicht aus getrennten Wirbeln, sondern aus einem stabförmigen, das Chordaende umschliessenden, knorpeligen oder knöchernen Stück [2]), welches oft mit dem hintersten unteren Bogen (oder mit mehreren der unteren Bogen) verwächst und als das Endglied der Wirbelsäule erscheint; und unterhalb dieses scheinbaren Endgliedes sitzt dann in der Regel eine Strahlenpartie, welche der oberhalb desselben angebrachten ungefähr congruent ist, so dass der Schwanz dem der diphycerken Fische sehr ähnlich wird: homocerke Fische. Thatsächlich sind

1) Die Oeffnungen zwischen den Bogen werden bei Selachiern und Knorpelganoiden von knorpeligen Schaltstücken (*Intercalaria*) ausgefüllt und so das das Rückenmark umschliessende Rohr vervollständigt.

2) Bei einzelnen Knochenfischen (Fig. 299 *C*) ist die aufgebogene Partie länger und umfasst ausser diesem stabförmigen Theil noch einige wenige Wirbel.

diese aber ebenso wie die oben genannten heterocerk, denn das Wirbelsäulen-Ende ist auch hier nach oben gebogen, und die über ihm stehende Flossenpartie ist kleiner als die untere (vergl. Fig. 299 *D*). Bei manchen ausgeprägt heterocerken Fischen, bei denen ein sehr grosses Stück der Wirbelsäule aufgebogen ist, finden wir übrigens eine Annäherung an dieselbe Bildung, indem das Schwanzende, rein äusserlich betrachtet, in zwei ungefähr gleiche Theile zerfällt, einen oberen, in welchen der aufgebogene Theil der Wirbelsäule sich er-

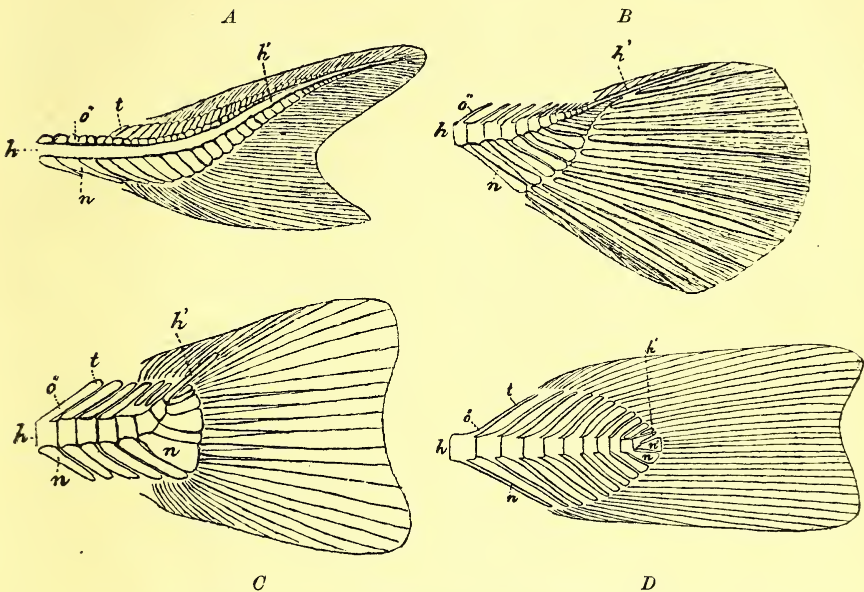


Fig. 299. Ende des Schwanzes verschiedener Fische: *A* Stör, *B* Knochenhecht, *C* Lachs, *D* Dorsch. *h* Wirbelsäule, *h'* aufgebogene Endpartie derselben, *ö* obere Bogen, *t* Stachelfortsätze, *n* untere Bogen, *n'* der letzte untere Bogen, mit *h'* verwachsen. In *C* ist der aufgebogene Theil der Wirbelsäule noch ziemlich wohl entwickelt (er ist zwischen den beiden Hälften der Schwanzflossenstrahlen, von welchen die linke hier entfernt ist, eingeschlossen), in *D*, welcher den gewöhnlichen Zustand der Knochenfische repräsentirt, dagegen sehr klein. — Z. Th. Original, z. Th. Copie.

streckt, und einen unteren, welcher ausschliesslich aus Strahlen besteht (Fig. 299, *A*, *B*). Beim Embryo, in manchen Fällen auch noch beim neugeborenen Jungen (Knochenfischen), ist die Chorda immer eine Zeit lang auch hinten ein gerader Stab; später biegt sich das hintere Ende auf. Bei den Knochenfischen ist der aufgebogene hintere Theil bei den Jungen verhältnissmässig weit grösser und deutlicher als bei den Erwachsenen. — An die oben genannten Querfortsätze der Rumpfwirbel heften sich bei den meisten Ganoiden, Knochen- und Lungenfischen wohlentwickelte knöcherne (oder theilweise verknöcherte) Rippen; bei den Selachiern fehlen Rippen oder sie sind sehr kurz; bei den Cyclostomen fehlen sie. Ein Brustbein fehlt, und die Rippen treten mit einander unten in der Mittellinie nicht zusammen. — Bei den Selachiern findet sich als Stützapparat der Rücken- und Afterflosse im Grundtheil dieser Flossen eine plattenförmige Skeletpartie, welche sich theils zwischen die rechts- und linksseitigen Muskelmassen des

Rumpfes und Schwanzes, theils in den Grundtheil der Flosse hinein erstreckt; jede besteht aus einer Anzahl knorpeliger Stücke, welche ähnlich wie das Skelet der Brust- und Bauchflossen angeordnet sind. Bei den Ganoiden, Lungen- und Knochenfischen finden wir statt dieser Theile sogenannte Flossenträger, in der Regel dolchförmige Knochen, welche zwischen die Muskelmassen eingelagert und durch Bindegewebe mit den oberen oder (an der Unterseite des Schwanzes) den unteren Dornfortsätzen der Wirbel verbunden sind; die Flossenträger, welche sich nicht in die Flosse hinein erstrecken, tragen je einen beweglich eingelenkten Strahl (zwischen Strahl und Flossenträger sind gewöhnlich ein paar kurze Knochen eingeschoben). Die Schwanzflosse heftet sich direct an die oberen und unteren Bogen der Wirbel (diese Bogen sind am hinteren Theil des Schwanzes z. Th. von den Wirbeln getrennt).

Der Schädel besteht bei den Cyclostomen und Selachiern ausschliesslich aus Knorpel, welcher bei letzterer Abtheilung häufig an der Oberfläche verkalkt; bei den Knorpelganoiden ist der Schädel eine ähnliche dickwandige Knorpelkapsel, welche aber theilweise mit Deckknochen überkleidet wird; bei Knochenganoiden, Lungen- und Knochenfischen besteht er ebenfalls anfänglich aus Knorpel, welcher aber nicht allein von Deckknochen überdeckt wird, sondern auch in geringerer oder grösserer Ausdehnung verknöchert, d. h. durch Knochengewebe ersetzt wird, welches geradezu den Platz des Knorpels einnimmt; dabei erhalten sich übrigens immer Theile des letzteren, oft sogar ansehnliche Theile das ganze Leben hindurch. Der Grundtheil des Schädels ist hinten, wo er mit dem ersten Wirbelkörper zusammentrifft, gewöhnlich wie ein Wirbelkörper ausgehöhlt; oft findet sich an jeder Seite des Hinterhauptsloches eine Gelenkfläche, welche einer ähnlichen am 1. Wirbel entspricht. An den Seiten des Schädels ist eine Aushöhlung, in welcher die Augen ihren Platz haben, oben von einer dachförmigen Kante des Schädels überdeckt; bei den meisten Knochenfischen ist der Schädel an dieser Stelle, zwischen den beiden Augen, zu einer dünnen, knorpeligen oder bindegewebigen Platte zusammengedrückt, oberhalb welcher die Schädelhöhle sich als ein enger, die Riechkolben umschliessender Kanal fortsetzt. Vorn am Schädel finden sich ein Paar kleinere Vertiefungen für die Geruchsorgane.

Bei den Knochenfischen — denen auch die Knochenganoiden sich im Ganzen anschliessen — ist der Schädel aus grösseren oder kleineren Knorpelpartien und einer Anzahl getrennter Knochen zusammengesetzt. Von den im Knorpel (durch Verknöcherung desselben) gebildeten Knochen führen wir an: vier Hinterhauptsbeine (*Occipitalia*), ein unteres (*Basioccipitale*), ein oberes (*Occipitale superius*) und zwei seitliche (*Occipitalia lateralia*); alle vier, oder nur ersteres und die beiden letzteren, umgeben das Hinterhauptsloch; ferner einige Knochen in der Umgebung des Labyrinths, von welchen das Felsenbein (*Prooticum* od. *Petrosum*) das wichtigste ist (die anderen sind: *Epioticum* und *Opisthoticum*); einige im Grundtheil und in den Seitentheilen des Schädels vor der letztgenannten Partie gebildete Knochen, welche als Keilbeine (Alisphenoïd, Orbitosphenoïd und Basisphenoïd) bezeichnet werden; eine Verknöcherung oben auf jeder Seite im Knorpel vor der Augenhöhle, das Vorderstirnbein (*Praefrontale*), und eine ähnliche hinter derselben, Hinterstirnbein (*Postfrontale*); eine Verknöcherung (oder zwei) im vorderen

Ende des knorpeligen Schädels, das Ethmoïd. Von Deckknochen sind folgende zu nennen: oben vorn ein Paar Nasenbeine (*Nasalia*), dann ein Paar Stirnbeine (*Frontalia*, zuweilen, z. B. beim Dorsch, zu einem einzigen verwachsen), hinter diesen ein Paar Scheitelbeine (*Parietalia*), an der Seite der Scheitelbeine jederseits ein Schuppenbein (*Squamosum*); unten ein langer, platter, unpaarer Knochen, welcher den grössten Theil des Unterrandes des Schädels bedeckt, das Parasphenoid, und vor diesem der gleichfalls unpaare Vomer. Ausser den genannten können noch andere, aber weniger constante Knochen vorhanden sein. — Bei den Lungenfischen findet man einen Theil dieser Knochen, der Knorpel ist aber in grösserer Ausdehnung erhalten. — Bei den Knorpelganoiden sind, wie vorhin erwähnt, nur Deckknochen vorhanden, darunter ein Parasphenoid, Stirnbeine, Scheitelbeine und mehrere kleinere Knochen auf der Oberseite.

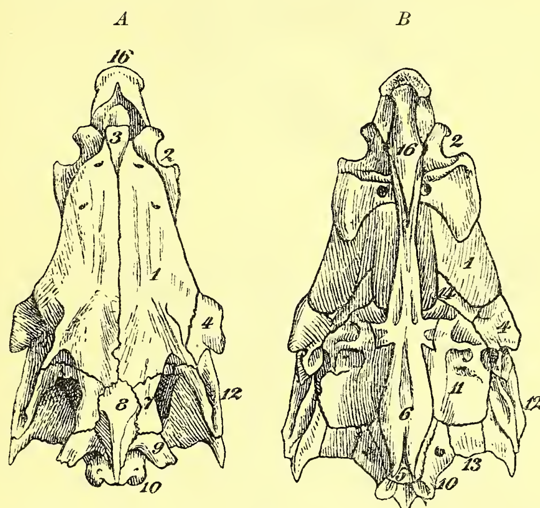


Fig. 300. **Schädel eines Barsches,** *A* **von oben,** *B* **von unten.** *1* **Stirnbein,** *2* **Vorderstirnbein,** *3* **Ethmoïd,** *4* **Hinterstirnbein,** *5* **unteres Hinterhauptsbein,** *6* **Parasphenoïd,** *7* **Scheitelbein,** *8* **oberes Hinterhauptsbein,** *9* **Epioticum,** *10* **seitliches Hinterhauptsbein,** *11* **Felsenbein,** *12* **Schuppenbein,** *13* **Opisthoticum,** *14* **Alisphenoïd,** *16* **Vomer. — Nach Cuvier u. Valenciennes.**

Die Deckknochen der Oberseite des Kopfes liegen bei manchen Fischen (Stör, Knochenganoiden, vielen Knochenfischen) sehr oberflächlich, nur von einer ganz dünnen Bindegewebsschicht und von der Oberhaut bedeckt; bei anderen ist die Bindegewebslage an der Aussenseite derselben dicker.

An den Schädel heften sich oder schliessen sich eine grössere Anzahl Visceralbogen[1]), in der Regel 7 auf jeder Seite, selten mehr (einzelne Haie); von diesen verbindet sich der vorderste unten in der Mittellinie mit dem entsprechenden der anderen Seite, während die übrigen sich unten mit einer Reihe unpaarer Knorpel- oder Knochenstücke (*Copulae*) vereinigen. Der vorderste Visceralbogen,

---

1) Bei der Beschreibung der Visceralbogen sehen wir ganz von den stark modificirten und schwer verständlichen Verhältnissen bei den Cyclostomen ab.

der Kieferbogen, besteht bei den Haien aus einem oberen und einem unteren knorpeligen Abschnitt, von denen ersterer, welcher oben mit dem der anderen Seite zusammentrifft, als der Gaumenknorpel (*Palatoquadratum*) oder, weniger glücklich, als Oberkiefer, letzterer als der Unterkieferknorpel bezeichnet wird; beide Abschnitte sind durch ein Gelenk mit einander verbunden. Die Kieferbogen, die am stärksten entwickelten Visceralbogen, sind bei den Haien locker mit dem Schädel verbunden und bilden den Mundrahmen dieser Thiere.

Fig. 301. *A* Schädel und Visceralbogen eines Haies, *B* desgl. von einem Hecht; die Bogen sind z. Th. künstlich auseinandergerückt; Zwischen- und Oberkiefer in *B* entfernt. Erster Visceralbogen punktirt, zweiter schraffirt. br_1—br_5 erster—fünfter Kiemenbogen (dritter—siebter Visceralbogen), *c* Copulae, *d* Dentale, *g* Gaumenknorpel, *gb* Gaumenbein, *hm* oberes Stück des Zungenbeinbogens (in *B* Hyomandibulare), *h* übriger Theil desselben, *k* Unterkiefer, *o* Augenhöhle, *q* Quadratbein, *s* Symplecticum, *v*—*v''* Flügelbeine (*v* Ekto-, *v'* Ento-, *v''* Metapterygoid). — Orig.

Der 2. Visceralbogen, der Zungenbeinbogen (Hyoidbogen), ist ebenfalls in zwei Stücke getheilt; von diesen ist das obere oben am Schädel befestigt und mit seinem unteren Ende durch straffes Bindegewebe mit dem Kieferbogen verbunden. Die übrigen 5 (selten 6 oder 7) Visceralbogen, die Kiemenbogen, sind ein jeder in mehrere Glieder getheilt, und an ihrem äusseren Rande mit feinen Knorpelstrahlen versehen (in Fig. 301 entfernt), welche die Scheidewände zwischen den

Kiemenspalten stützen (ähnliche auch am Zungenbeinbogen vorhanden)[1]. — Bei den Ganoiden, Lungen- und Knochenfischen findet man ebenfalls 7 Visceralbogen. Der obere Abschnitt des Kieferbogens, der Gaumenknorpel, trifft bei den Knorpelganoiden vorn oben mit dem der anderen Seite zusammen, während er bei den übrigen von diesem getrennt ist. Dieser Abschnitt ist unten mit dem unteren Ende des oberen Theiles des Zungenbeinbogens innig verbunden, welcher oben am Schädel eingelenkt ist und somit als Aufhängeapparat für den Kieferbogen dient, indem dieser selbst keine solche directere Verbindung mit dem Schädel besitzt. Besonders ist die Verbindung der beiden genannten Theile (des oberen Stückes des Kiefer- und des Zungenbeinbogens) bei den Knochenfischen (und den Knochenganoiden) sehr innig; bei diesen bilden sie einen zusammenhängenden Abschnitt, in welchem der Knorpel grösstentheils von Knochenstücken ersetzt ist, während solche bei den Knorpelganoiden weniger entwickelt sind; bei letzteren ist auch die Verbindung beider Theile weniger innig (über die Lungenfische vergl. unten). An diese Partie heftet sich theils der Unterkiefer-Knorpel, welcher aber mehr oder weniger durch Knochen ersetzt und überdeckt ist, theils der untere Theil des Zungenbeinbogens (ebenfalls mehr oder weniger verknöchert). Von den 5, in der Regel theilweise verknöcherten oder

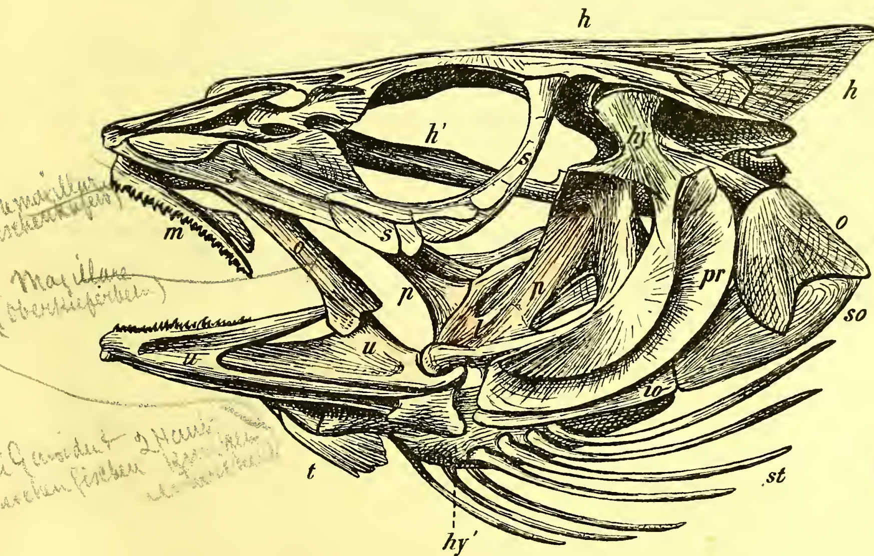


Fig. 302. Kopfskelet eines Dorsches. *h*—*h'* Schädel, *hy* Hyomandibulare, *hy'* unterer Theil des Zungenbeinbogens, *io* Interoperculum (vergl. S. 405), *l* Quadratbein, *m* Zwischenkiefer, *o* (links) Oberkiefer, *o* (rechts) Operculum, *p* Flügelbeine, *pr* Praeoperculum, *s* Seitenlinienknochen, *so* Suboperculum, *st* Kiemenhautstrahlen (S. 405), *t* Copula, *u* Unterkiefer.

---

1) Die Rochen verhalten sich, was die Visceralbogen betrifft, im Ganzen wie die Haie, der Zungenbeinbogen bietet aber gewisse Eigenthümlichkeiten dar, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann. — Bei manchen Haien finden sich vorn dicht am Kieferbogen auf jeder Seite zwei schwach entwickelte Knorpelbogen (die Lippenknorpel), welche vielleicht als rudimentäre vorderste Visceralbogen aufzufassen sind.

von Knochenplatten überdeckten Kiemenbogen ist der hinterste bei den Knochenganoiden und den Knochenfischen stets kurz, indem nur das unterste Glied vorhanden ist; letzteres Knochenpaar, welches in der Regel zahlreiche Zähne trägt, wird als unterer Schlundknochen bezeichnet. (Obere Schlundknochen nennt man bei denselben Thieren das oberste, ebenfalls bezahnte Glied einiger der anderen Kiemenbogen.)

Bei den Knochenfischen ist die obere Partie des Kieferbogens durch folgende Theile repräsentirt: unten und hinten durch das Quadratbein (*Quadratum*) mit Gelenkfläche für den Unterkiefer, dann durch mehrere Knochen, welche als Flügelbeine (*Pterygoidea*) bezeichnet werden, endlich vorn durch das Gaumenbein (*Palatinum*). Die untere Partie des Kieferbogens ist ein Knorpel, dessen oberes Ende verknöchert ist und die Gelenkfläche trägt, während der übrige Theil sich als ein dünner Knorpelstrang (der Meckel'sche Knorpel) erhält, welcher von Deckknochen umgeben ist, unter denen das grosse zahntragende Dentale, welches vorn mit dem der anderen Seite zusammentrifft, das wichtigste ist. Der obere Abschnitt des Zungenbeinbogens, welcher mit dem entsprechenden Theile des Kieferbogens verwachsen ist, wird durch zwei Knochen repräsentirt: das grosse am Schädel eingelenkte Hyomandibulare und eine kleinere untere Verknöcherung (*Symplecticum*). — Ueber die mit dem Zungenbeinbogen verbundenen Hautknochen vergl. unten beim Kiemenapparat.

Bei den Lungenfischen sind die oberen Partien des Kieferbogens und des Zungenbeinbogens verwachsen und theilweise verknöchert — es besteht dort also insofern wesentlich dasselbe Verhältniss wie bei den Knochenfischen; der so gebildete Abschnitt ist aber dabei mit dem Schädel unbeweglich verbunden.

Von den Visceralbogen unabhängig sind bei den Ganoiden und Knochenfischen vorn am Kopf jederseits zwei Hautknochen entwickelt, das Zwischenkieferbein (*Inter-* oder *Praemaxillare*) und das Oberkieferbein (*Maxillare*), von denen letzteres (welches zuweilen durch mehrere getrennte Knochenstücke vertreten ist) hinter oder hinten und innen von ersterem seinen Platz hat; die beiden Zwischenkiefer sind in der Mittellinie mit einander verbunden. Zwischen- und Oberkieferbeine sind gewöhnlich ziemlich locker mit dem vordersten Theil des Schädels verbunden und bilden den oberen Rand des Mundrahmens, während die um den Unterkieferknochen-Knorpel liegenden Knochen den unteren bilden.

Der Schultergürtel ist bei den Selachiern ein unpaarer (zuweilen in zwei Stücke getrennter) Knorpelbogen, welcher hinter den Kiemenbogen liegt und sich an den Seiten des Körpers hinauf erstreckt. Bei den Ganoiden und Knochenfischen ist der Gürtel stets in zwei Hälften getheilt, eine auf jeder Seite des Körpers, und es knüpft sich bei diesen an den Schultergürtel auf jeder Seite eine Reihe von Hautknochen, von welchen der grösste, ein länglicher, abgeplatteter, etwas gebogener Knochen, als Schlüsselbein (*Clavicula*) bezeichnet wird; mit ihrem oberen Ende heftet diese Knochenreihe sich an den hinteren Theil des Schädels. Bei den Knorpelganoiden ist der knorpelige Schultergürtel trotz des Vorhandenseins der genannten Hautknochen immerhin sehr wohl entwickelt, bei den Knochenganoiden und den Knochenfischen ist der ursprüngliche Theil des Schultergürtels dagegen in der Regel sehr an Umfang reducirt

und nur durch eine kleine Platte jederseits vertreten, welche sich an das Schlüsselbein heftet; in dieser Platte findet man bei den Knochenfischen zwei Verknöcherungen, welche als Schulterblatt (*Scapula*) und Coracoid bezeichnet werden. Bei den Lungenfischen bestehen



Fig. 303. Schultergürtel und Vorderextremität eines Barsches. *a'*, *a''*, *b*, *c* Haut- oder Deckknochen (*b* Schlüsselbein), *e*, *f* der eigentliche Schultergürtel (*e* Schulterblatt, *f* Coracoid), *g* Radien, *h* Flossenstrahlen.

ähnliche Verhältnisse wie bei den Knorpelganoiden. — Das Skelet der Vordergliedmaassen wird bei den Selachiern aus einer grösseren Anzahl plattenförmig angeordneter Knorpel gebildet. Am Grunde der Gliedmaasse finden sich drei grössere Knorpelstücke, welche am

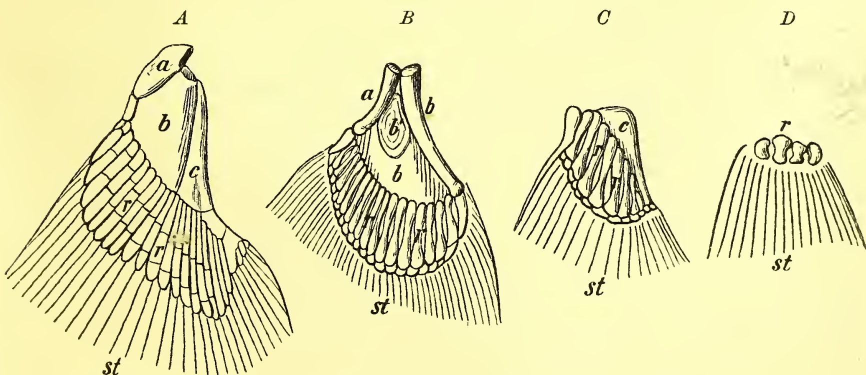


Fig. 304. Skelet der Vordergliedmaassen *A* eines Haies, *B* des Bischirs, *C* der *Amia* (eines Ganoiden), *D* des Dorsches. *a*, *b*, *c* die drei grösseren Knorpel (*b'* Verknöcherung in *b*), *r* Radien, *f* Flossenstrahlen (nicht vollständig gezeichnet). — Grösstentheils nach Gegenbaur.

Schultergürtel eingelenkt sind, und an deren Rand sich eine grössere Anzahl gegliederter Knorpelstrahlen, die Radien, heften, welche bei den Haien dicht nebeneinander liegen, während sie bei den Rochen, wo sie sehr lang sind, etwas auseinander weichen. Bei den Ganoiden ist dieses Skelet an Umfang reducirt, die Radien sind kürzer, die grossen Knorpel meistens weniger entwickelt oder fehlen zum Theil; dabei findet oft eine Verknöcherung gewisser Theile statt. Bei den Knochenfischen ist der vom ursprünglichen Skelet gestützte Theil der Gliedmaasse meistens sehr klein, der Flossensaum ganz überwiegend; die grossen Knorpel fehlen, und die Radien sind kurz und in geringer Anzahl vorhanden. Letztere sind bei den Knochenfischen wesentlich nur durch eine Querreihe von vier (oder wenigeren) theilweise verknöcherten, kurzen Stücken (früher fälschlich als „Handwurzelknochen“ bezeichnet) vertreten, welche die Brustflosse mit dem Schultergürtel verbinden; ausserhalb derselben können noch einige kleine kurze Knorpelstücke vorhanden sein. — Sehr abweichend verhalten sich die Lungenfische, bei denen durch die Mitte der langgestreckten Vordergliedmaassen ein langer gegliederter Knorpelstamm verläuft, welcher bei der Gatt. Ceratodus zwei Reihen, bei Protopterus nur eine Reihe, knorpeliger gegliederter Radien trägt (bei Lepidosiren fehlen die Radien ganz).

Das Becken, welches bei den Fischen nicht mit der Wirbelsäule verbunden ist, ist bei den Selachiern ein unpaares, querliegendes Knorpelstück an der Bauchseite des Thieres. Auch bei den Lungenfischen ist es eine ungetheilte Knorpelplatte. Bei den Ganoiden und Knochenfischen ist das Becken, welches bei letzteren und bei den Knochenganoiden ganz oder theilweise verknöchert, in zwei zusammenstossende Hälften getheilt. — Die Hintergliedmaassen schliessen sich durchweg in ihrem Bau eng an die Vordergliedmaassen an: bei den Selachiern finden sich an der Basis zwei grosse Knorpelstücke, welche mit Radien besetzt sind; bei den Ganoiden sind die grossen Knorpelstücke rückgebildet oder fehlen; letzteres ist auch bei den Knochenfischen der Fall, bei denen das eigentliche Hintergliedmaassenskelet durch wenige kurze Radien repräsentirt wird (es ist noch geringer als in den Vordergliedmaassen entwickelt). Auch bei Lungenfischen bieten die Hintergliedmaassen wesentlich dieselben Verhältnisse dar wie die Vordergliedmaassen.

Das Muskelsystem zeichnet sich durch die geringe Entwicklung aus, welche in der Regel die Gliedmaassenmuskeln erreichen, im Gegensatz zur mächtig entwickelten Rumpf-Schwanz-Muskulatur, welche in Form von vier grossen Muskelmassen, zwei an jeder Seite, sich den Körper entlang erstrecken. Jeder dieser grossen Muskeln zerfällt durch dünne, bindegewebige Querscheidewände in eine Reihe kurzer, den Wirbeln an Zahl entsprechender Abschnitte (Myomeren); im dorsalen Muskel und in demjenigen Theil des ventralen, welcher dem Schwanz angehört, sind diese Querscheidewände in eigenthümlicher Weise geknickt. In den genannten Muskeln liegen bei manchen Knochenfischen zahlreiche feine, rippenähnliche Knochen, welche am einen Ende den Rippen oder den Wirbeln angeheftet sind: Fleischgräten. Dieselben sind Verknöcherungen in den bindegewebigen Scheidewänden der Muskeln, denen sie als Stützen dienen.

Bei einer Anzahl von Fischen kommen elektrische Organe vor, in denen Elektricität erzeugt wird, welche von dem Thier willkürlich

entladen werden kann (z. B. wenn es ergriffen wird). Die wesentlichen Theile dieser Organe sind Scheiben, welche umgebildete Muskelfasern sind; das ganze Organ ist ein umgebildeter Muskel. An jede Scheibe treten Nervenfasern, welche sich an der einen Seite derselben reich verzweigen; die elektrischen Organe sind sehr nervenreich. Die Scheiben werden durch Bindegewebe zusammengehalten; oftmals ist das elektrische Organ aus dicht nebeneinander stehenden Säulen zusammengesetzt, deren jede aus einer Anzahl Scheiben besteht. Die stärksten elektrischen Organe, welche bei den verschiedenen Formen an verschiedenen Körperstellen liegen, findet man beim Zitterrochen (*Torpedo*), beim Zitterwels und beim Zitteraal; aber auch bei einigen anderen Fischen kommen, wenn auch schwache, elektrische Organe vor, z. B. bei den einheimischen Rochen (*Raja*), deren elektrische Organe langgestreckte Spindeln sind, von denen je eine an jeder Seite des Schwanzes liegt.

Das Gehirn ist bei den Fischen von geringem Umfang und füllt die Schädelhöhle bei Weitem nicht aus; diese ist wesentlich von der äussersten der das Gehirn umgebenden Häute (der Dura) ausgefüllt, welche eine sehr bedeutende Dicke erreicht und hauptsächlich aus meistens sehr fettzellenreichem Gallertgewebe besteht. Die Riechkolben sind gewöhnlich gross und oft von bedeutender Länge, indem das Geruchsorgan vorn weit von der Hauptmasse des Gehirns entfernt liegt. Bei manchen Knochenfischen ist das Vorderhirn von sehr geringer Grösse, kleiner als das Mittelhirn; dagegen ist das Hinterhirn in der Regel recht wohlentwickelt.

Die Riechorgane erscheinen im Allgemeinen bei den Fischen als ein Paar grubenförmige Vertiefungen am vorderen Ende des Kopfes; die Schleimhaut dieser Gruben ist gewöhnlich radiär gefaltet. Die Oeffnung jeder Grube ist bei manchen (einigen Knochenfischen, Selachiern) ganz einfach; bei anderen geht von der einen Seite des Grubenrandes zur anderen querüber eine schmälere oder breitere Hautbrücke, welche die Oeffnung in zwei theilt, eine vordere und eine hintere Nasenöffnung, von welchen erstere nicht selten zu einer kleinen Röhre ausgezogen sein kann; bei manchen Selachiern ist die Hautbrücke nur durch einen von der einen Seite entspringenden Lappen repräsentirt, welcher sich über die Oeffnung legt, ohne an der andern Seite festgewachsen zu sein.

Bei den Lungenfischen findet man die Eigenthümlichkeit, dass beide Nasenöffnungen innerhalb des oberen Mundrandes liegen. — Bei den Cyclostomen sind beide Riechgruben zu einem tiefen unpaaren röhrenförmigen Sack vereinigt, dessen Boden der oberen Wand der Mundhöhle nahe liegt, ja bei Myxine durchbohrt das Organ sogar die Decke der Mundhöhle und stellt eine an beiden Enden offene Röhre dar, welche die Mundhöhle mit der Oberfläche verbindet.

Geschmacksknospen kommen, wie früher (S. 21) erwähnt, bei manchen Fischen (Knochenfischen) nicht allein in der Mundhöhle, sondern auch an der Körperoberfläche vor.

Mit der Haut der Fische ist eine Gruppe eigenthümlicher Sinnesorgane verbunden, welche eine nicht geringe Aehnlichkeit mit Geschmacksknospen besitzen, indem sie aus Zellengruppen, modificirten Theilen der Oberhaut, bestehen, welche stiftchentragende Zellen enthalten, die jedoch von anderer Form sind als die der Geschmacksknospen. Diese Zellengruppen, Sinneshügel, an welche Nerven

hinantreten, sitzen zum Theil frei an der Körperoberfläche (z. B. bei den meisten Knochenfischen), in welchem Falle sie manchmal eine schornsteinartige Röhre (ein cuticulares Gebilde) tragen, welche die Stiftchen umgiebt und schützt (Fig. 305 *r*). In anderen Fällen sind diejenigen Hautpartien, denen sie angehören, zu kleinen Säcken mit einer äusseren Oeffnung eingesenkt (Ganoiden), oder die Säcke sind zu langen, schleimgefüllten Röhren geworden, welche sich unterhalb der Haut hinziehen und am einen Ende mit einer Erweiterung versehen sind, in welcher die Stiftchenzellen sitzen, während das andere Ende sich an der Oberfläche öffnet (am Kopf der Selachier). Ferner kommen die genannten Zellengruppen in der bei den meisten Fischen vorhandenen sogenannten Seitenlinie vor. Die Seitenlinie ist eine enge Röhre (eine Einfaltung der Haut), welche sich dicht unter der Oberfläche längs jeder Seite des Körpers erstreckt und sich auf dem Kopfe gewöhnlich in mehrere Aeste theilt, von denen einer quer über den Scheitel zieht, ein anderer oberhalb des Auges, ein dritter unterhalb des Auges, — die beiden letzteren nach der Schnauzenspitze, — ein vierter am Unterkiefer entlang verläuft. Die Seitenlinie, welche mit Nerven reichlich versehen wird, steht durch zahlreiche Oeffnungen mit der Oberfläche in Verbindung (bei einigen ist sie sogar theilweise eine offene Rinne); bei manchen Knochenfischen läuft sie längs der Seite des Rumpfes und Schwanzes durch eine Reihe von Schuppen, welche entsprechend von je einem Loch durchbohrt sind [1]); am Kopfe wird sie theils von besonderen röhrenförmigen Hautknochen umschlossen, von welchen z. B. gewöhnlich eine Reihe unterhalb des Auges sich findet (Fig. 302 *s*), theils von oberflächlichen Partien der Kopfknochen umgeben.

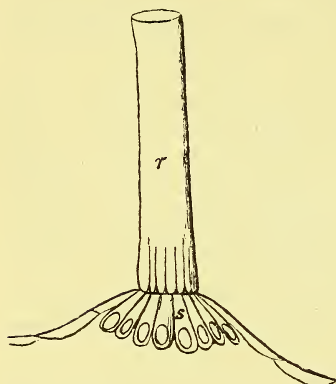


Fig. 305. Sinneshügel eines jungen Knochenfisches. *r* die Röhre, *s* stiftchentragende Zellen. — Nach F. E. Schulze.

Die Augen der Fische sind in der Regel verhältnissmässig gross; sie besitzen eine abgeplattete Hornhaut, so dass der Augapfel bedeutend von der Kugelform abweicht. Die Linse ist kugelförmig. — Bewegliche Augenlider fehlen; manchmal ist aber das Auge von einer niedrigen Kreisfalte umgeben, und bei einigen sind grössere, aber unbewegliche Hautfalten an den Augen vorhanden; bei der Makrele und dem Hering findet man z. B. vor und hinter dem Auge eine durchsichtige Hautfalte, welche dasselbe theilweise überdeckt.

Die Sehnenhaut besteht in der Regel zu äusserst aus einer Bindegewebsschicht, innen aus einer Knorpelschicht von verschiedener Dicke (sehr dick z. B. beim Stör); bei den Knochenfischen ist der Knorpel gewöhnlich in der Nähe der Hornhaut theilweise durch zwei Knochenplatten ersetzt, welche zuweilen eine ansehnliche Entwicklung erreichen und sich zu einem Ring vereinigen können. Die Gefässhaut ist aus mehreren Schichten zusammengesetzt; zu äusserst findet sich die gewöhnlich silberglänzende *Tunica argentea*, eine dünne Bindegewebsschicht mit

1) Dies ist natürlich in der Weise zu verstehen, dass die betreffenden Schuppen sich nach der Bildung der Röhre in der Umgebung der letzteren entwickelt haben.

zahlreichen eingelagerten Krystallen; bei Selachiern und Knorpelganoiden ist in der Gefässhaut eine bei den anderen fehlende Schicht vorhanden, das sogenannte Tapetum, ein das Licht reflectirendes Häutchen, dessen Zellen mit Krystallen erfüllt sind. Bei den Knochenfischen findet sich in der Gefässhaut gewöhnlich eine sogenannte Chorioidealdrüse, ein grosses, hufeisenförmiges Wundernetz in der Nähe des Sehnerven; die Knochenfische besitzen ferner gewöhnlich einen *Processus falciformis*, eine niedrige Falte der Gefässhaut, welche längs der Innenseite des Augapfels von der Eintrittsstelle des Sehnerven zur Linse verläuft. — Bei gewissen Haien ist eine Nickhaut vorhanden, welche durch einen besonderen Muskel vor das Auge hin gezogen wird.

Das Gehörgan ist nur durch das häutige Labyrinth repräsentirt, welches in die seitliche Schädelwand eingeschlossen ist; nach innen, gegen die Schädelhöhle zu, ist das Labyrinth oft nicht völlig von Knorpel oder Knochen umschlossen, sondern bloss durch Bindegewebe von der Schädelhöhle getrennt. Bei den Selachiern steht der Hohlraum des Labyrinths durch einen engen, an der Oberfläche des Kopfes mündenden Kanal (*Ductus endolymphaticus*) mit der Aussenwelt in offener Verbindung; bei anderen Fischen ist der Kanal zwar vorhanden, aber an seinem äusseren Ende geschlossen. Bei den Knochenfischen und Knochenganoiden findet sich im Sacculus ein grosser, porzellanartiger, abgeplatteter Hörstein, in einer Ausstülpung des Sacculus ein kleinerer, ferner ein dritter im vordersten Theil des Utriculus. Bei den übrigen Fischen sind sie durch Ballen feiner Krystalle oder rundlicher Körperchen ersetzt.

In einer rückgebildeten Gestalt erscheint das Labyrinth bei den Cyclostomen mit einem oder zwei Bogengängen — ein unter den Wirbelthieren einzig dastehender Fall.

Die Mundhöhle der Fische ist in der Regel mit Zähnen ausgestattet, welche bei den Selachiern[1]) am Gaumen- (Oberkiefer-) und Unterkiefer-Knorpel, bei den Knochenganoiden und den Knochenfischen auf einer Menge verschiedener Knochen angebracht sind: auf den Zwischen-, Ober- und Unterkieferknochen, den Gaumen- und Flügelbeinen, den Kiemenbogen (besonders den unteren und oberen Schlundknochen), den Copulae des Visceralskelets und dem Vomer; übrigens können sie auf dem einen oder anderen dieser Knochen fehlen. Die Zähne haben ziemlich verschiedene Formen: am häufigsten sind sie spitz, kegelförmig, schwach gebogen, kräftiger oder schwächer; in anderen Fällen sind es niedrige, gewölbte Mahlzähne (Rochen, gewisse Knochenfische), oder sie sind zusammengedrückt, dreikantig (Haie), oder meisselartig, den Schneidezähnen des Menschen ähnlich (Zähne im Zwischen- und Unterkiefer gewisser Knochenfische) etc. Sehr oft sind sie ungeheuer zahlreich, bedecken rasenförmig oder — wenn es Höckerzähne sind — pflasterartig die Knochen; an den Kieferknochen ist jedoch häufig nur eine Reihe Zähne (oder eine Reihe grösserer Zähne ausser kleineren) vorhanden. Die Zähne sind entweder durch Bindegewebe am unterliegenden Knorpel oder Knochen befestigt und dann oft etwas beweglich, oder sie sind mit dem Knochen durch einen knöchernen Zahnsockel verbunden. Sie werden immer das ganze Leben

---

1) Ausser den wohlentwickelten Zähnen an den Kiefern besitzen die Selachier oftmals noch zahlreiche sehr kleine Zähne an anderen Stellen der Mundhöhlenwand (an der oberen und unteren Wand der Mundhöhle und an den Kiemenbogen).

hindurch erneuert; die alten Zähne fallen aus, indem die Verbindung zwischen ihnen und dem Knorpel oder Knochen sich lockert; ist ein Zahnsockel vorhanden, so wird dieser aufgelöst. Die gewöhnlichen kegelförmigen Fischzähne haben wesentlich die Aufgabe, die Beute festzuhalten, und sind deshalb mit der Spitze nach hinten und innen gerichtet; sind sie beweglich, so kann die Spitze auch bloss nach dieser Richtung bewegt werden. Diejenigen Zähne, welche andere Formen haben, werden zum Abbeissen oder Zerkleinern der Nahrung verwendet.

Die Speiseröhre ist so kurz und weit, dass die Mundhöhle fast direct in den Magen übergeht. In den vordersten Theil des Dünndarms, dicht am Magen, mündet bei den meisten Knochenfischen eine verschiedene Anzahl (1, 2, 3 ... bis ein paar hundert) kurzer Blinddärme, die Pförtneranhänge (*Appendices pyloricae*); sie sind drüsiger Natur. Bei den Cyclostomen, Selachiern und Ganoiden findet sich im Dünndarm eine grosse, stark vorspringende Spalte, welche in einer Spirallinie an der Innenseite des Darmes entspringt und die Höhlung des Darmes zum grossen Theil ausfüllt: die Spiralfalte[1]); sie fehlt bei den Knochenfischen. Der Enddarm ist ein ganz kurzer Schlauch.

Bei einigen Fischen (z. B. der Scholle) liegt — was bei den höher stehenden Wirbelthieren nie der Fall ist — der After nicht an der Grenze von Rumpf und Schwanz, sondern ist nach vorn gerückt, zuweilen

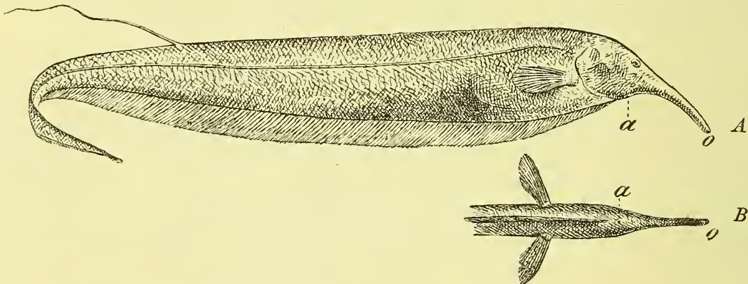


Fig. 306. Ein Fisch mit kehlständigem After (*Sternarchus curvirostris*). *A* von der Seite, *B* vorderer Theil von unten. *a* After, *o* Mund. — Nach Boulenger.

sogar bis an den Rumpf heran („After kehlständig"). Die Afterflosse folgt in solchen Fällen dem After und nimmt wie gewöhnlich dicht hinter demselben ihren Anfang.

Der Kiemenapparat. Die Mundhöhlenwand ist bei den Selachiern hinten jederseits von 5 (seltener 6 oder 7) grossen, schrägen Spalten durchbrochen, welche dicht auf einander folgen und durch senkrechte coulissenartige Platten getrennt sind; in jeder Coulisse liegt an dem inneren, der Mundhöhle zugewandten Rande ein Kiemenbogen, während der übrige Theil derselben durch die von letzterem entspringenden Knorpelstrahlen (vergl. S. 394) ausgespannt wird. Von den Spalten oder Kiementaschen, deren äussere Oeffnung häufig kleiner ist als die innere, liegt die vorderste zwischen dem Zungenbeinbogen und dem

1) Ausnahmsweise — bei gewissen Haien — entspringt die Falte, welche dann ein breites, papierrollenartig zusammengerolltes Blatt ist, in einer ungefähr geraden Linie an der Wand des Darmes.

1. Kiemenbogen; die folgenden zwischen dem 1. und 2., resp. 2. und 3., 3. und 4., 4. und 5. Kiemenbogen. Sowohl an der Vorder- als an der Hinterwand — in der letzten Kiementasche jedoch nur auf der

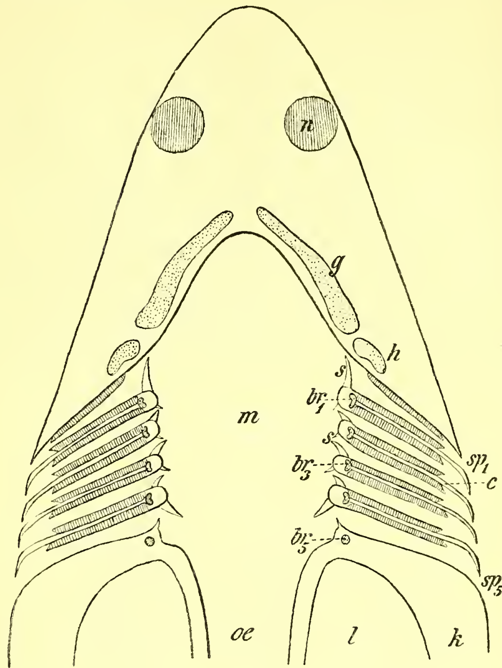


Fig. 307. Wagerechter Schnitt durch den Kopf eines Haies (*Acanthias*), schematisirt. Die Visceralbogen sind punktirt. die Kiemenblättchen schraffirt. br_1, br_3, br_5 erster, dritter, fünfter Kiemenbogen; *c* Coulisse; *g* oberer Abschnitt des ersten Visceralbogens (Gaumenknorpel); *h* Zungenbeinbogen, *k* Leibeswand, *l* Leibeshöhle, *m* Mundhöhle, *n* Riechgrube, *oe* Speiseröhre, *s* Stäbchen am Innenrande der Kiemenbogen (Seihapparat); sp_1 erste, sp_5 fünfte Kiemenspalte. — Orig.

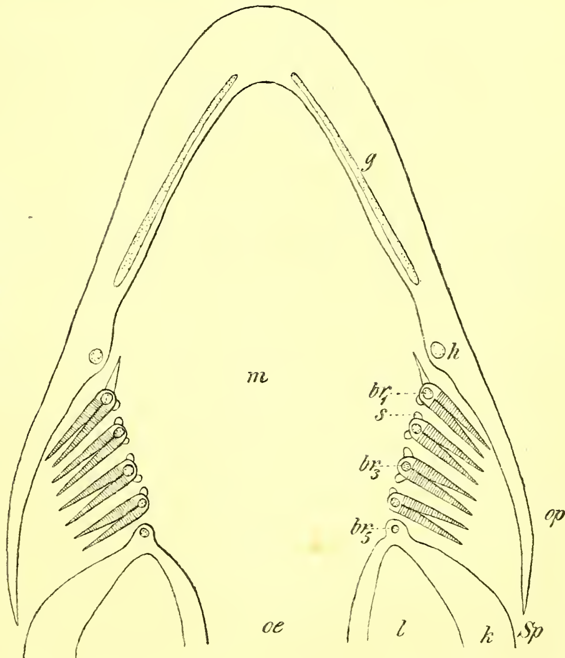


Fig. 308. Wagerechter Schnitt durch den Kopf eines Knochenfisches (Dorsch), oberhalb der Mundöffnung; etwas schematisirt. Buchstaben wie in Fig. 307, mit Ausnahme von: *g* oberer Abschnitt des ersten Visceralbogens (hier knöchern), *op* Kiemendeckel, *Sp* äussere Oeffnung der Kiemenhöhle. — Orig.

Vorderwand — findet sich eine senkrechte Reihe platter, wagerecht, eine über der anderen, stehender Hautfalten, Kiemenblättchen; von solchen besitzen die Selachier also in der Regel jederseits 9 Reihen: die erste sitzt an der Hinterseite des Zungenbeinbogens, die übrigen acht an der Vorder- und Hinterseite der vier ersten Kiemenbogen. Jedes Kiemenblatt ist wieder mit feineren Querfalten versehen. Ausser den genannten 5 Kiementaschen findet sich noch bei den meisten Selachiern eine vorderste röhrenförmige Kiementasche zwischen den obersten Theilen des Zungenbeinbogens und des Kieferbogens, das Spritzloch, in welchem eine rudimentäre Kiemenblattreihe vorhanden sein kann; das Spritzloch mündet mit einer verhältnissmässig kleinen Oeffnung auf der Oberfläche des Kopfes. — Die Cyclostomen schliessen sich in der Hauptsache an die Selachier an; die Kiementaschen sind aber bei ihnen röhrenförmig, in der Mitte angeschwollen; sowohl die äussere als die innere Oeffnung ziemlich klein; die Kiemenblätter sitzen in dem erweiterten Abschnitte. — Die Verhältnisse des Kiemenapparats bei den Ganoiden, Lungen- und Knochenfischen lassen

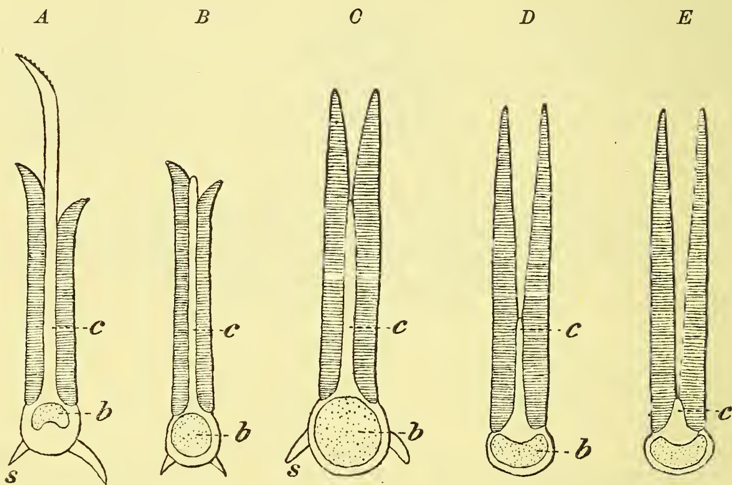


Fig. 309. Querschnitte eines Kiemenbogens verschiedener Fische; *A* Hai, *B* Chimaera (vergl. S. 416), *C* Stör, *D—E* verschiedene Knochenfische; schematisirt. *b* Kiemenbogen, *c* Coulisse, *s* Stäbchen (des Seihapparates). Kiemenblättchen schraffirt. — Orig.

sich von denen der Selachier ableiten. Bei diesen Gruppen sind alle 5 äusseren Kiemenspaltenöffnungen überdeckt von einer von Knochenplatten und -stäben gestützten mächtigen Hautfalte, dem Kiemendeckel, welcher vom Zungenbeinbogen entspringt und sich über dieselben hin erstreckt. Dabei sind die Coulissen zwischen den Kiemenspalten schmäler geworden, besonders bei den Knochenfischen. Während es bei den Selachiern breite Platten sind, welche von den Kiemenblättern nicht völlig bedeckt sind, so dass nach aussen ein freier Saum bleibt, fehlt ein solcher bei den genannten Gruppen, und das äussere Ende der Kiemenblättchen ragt mehr oder weniger weit über den Aussenrand der Coulisse hinaus, am meisten bei den Knochenfischen, deren schmale, zugespitzte Kiemenblättchen meist mit kurzer Basis von

der sehr reducirten Coulisse entspringen. Bei diesen Gruppen werden die beiden zu einem Kiemenbogen gehörigen Kiemenblattreihen als eine Kieme bezeichnet (solcher sind also jederseits 4 vorhanden); den innerhalb des Kiemendeckels befindlichen Raum, in welchen die Kiemenblätter hineinragen, nennt man die Kiemenhöhle. Bei Ganoiden und Lungenfischen ist oft noch die Kiemenblattreihe an der Hinterseite des Zungenbeinbogens (Innenseite des Kiemendeckels), Opercularkieme, vorhanden, während dieselbe bei den Knochenfischen rudimentär ist oder fehlt; beim Stör und Bischir hat sich auch das Spritzloch erhalten.

Der Kiemendeckel enthält platten- und stabförmige Hautknochen, (Fig. 320), welche sich an den Zungenbeinbogen heften. Bei den Knochenfischen liegt längs des Hinterrandes der oberen Partie des Zungenbeinbogens ein länglicher Knochen, *Praeoperculum*, hinter diesem finden sich drei grosse, plattenförmige Knochen: *Operculum*, *Suboperculum* und *Interoperculum*, und vom unteren Theile des Zungenbeinbogens entspringt eine Reihe dünner, gebogener Knochen, die Kiemenhautstrahlen, welche in den unteren häutigen Theil des Kiemendeckels eingelagert sind. — Die äussere Oeffnung der Kiemenhöhle ist im Allgemeinen eine sehr grosse Spalte, bei einigen Fischen (z. B. dem Aal) verwächst aber der Hinterrand des Kiemendeckels in so grosser Ausdehnung mit dem Körper, dass nur eine kleine seitliche Oeffnung übrig bleibt.

Die Erneuerung des Athemwassers in den Kiementaschen oder der Kiemenhöhle findet bei den meisten Fischen in folgender Weise statt: das Wasser wird durch den Mund in die Mundhöhle aufgenommen, darauf wird die Mundöffnung geschlossen, die Zunge gehoben und der Kiemendeckel einwärts gepresst und so das Wasser durch die Kiemenspalten, über die Kiemenblättchen hin, getrieben. Bei den Selachiern wird das Wasser nicht durch den Mund aufgenommen, sondern durch die Spritzlöcher eingesogen. Bei den Cyclostomen wird das Wasser meistens durch die äusseren Kiemenlöcher sowohl eingesogen als ausgestossen. — Am inneren Rand der Kiemenbogen findet sich ein mehr oder weniger entwickelter Seihapparat, der die Aufgabe hat, zu verhindern, dass feste Theile, welche mit dem Wasser in die Mundhöhle eindringen, auch in die Kiementaschen oder in die Kiemenhöhle gerathen. Bei den Selachiern, den Lungenfischen und den Knorpelganoiden ist dieser Apparat meist durch eine doppelte (am Zungenbeinbogen und am letzten Kiemenbogen eine einzelne) Reihe knorpeliger Stäbchen am inneren Rand der Kiemenbogen repräsentirt; die Stäbchen der vorderen Reihe an jedem Bogen greifen zwischen diejenigen der hinteren des vorangehenden Bogens ein. Bei den Knochenfischen sind dieselben durch knöcherne, oft zahntragende Auswüchse ersetzt, von welchen die der vordersten Reihe des 1. Kiemenbogens oft sehr lange Stäbe sind, um die Spalte zwischen dem 1. Kiemenbogen und dem Zungenbeinbogen, welch letzterem derartige Auswüchse abgehen, überdecken zu können; übrigens ist der Seihapparat bei verschiedenen Knochenfischen in sehr verschiedenem Grade entwickelt, bei einigen, z. B. beim Hering, stark ausgebildet, bei anderen kaum angedeutet.

Bei den Cyclostomen und Selachiern fehlen noch Gebilde, welche den Lungen der höheren Wirbelthiere entsprechen. Dagegen findet sich eine wirkliche Lunge, welche nicht allein den Lungen der Amphibien u. a. homolog ist, sondern auch als Athmungsorgan fungirt, bei einigen Knochenganoiden (Knochenhecht und *Amia*)

und bei den Lungenfischen, ferner auch bei einzelnen Knochenfischen. Diese Lunge ist unpaarig oder unvollständig in zwei getheilt, liegt oberhalb des Darmkanals und mündet mit einer weiten Oeffnung in die Speiseröhre; sie ist inwendig mit Falten ungefähr wie die Froschlunge ausgestattet; Luft wird durch die Mundöffnung aufgenommen und ausgestossen. Die betreffenden Thiere haben neben der Lunge auch Kiemen, welche ebenfalls als Athmungsorgane fungiren [1]). Bei den übrigen Fischen ist zwar gewöhnlich eine Lunge vorhanden, dieselbe fungirt aber nicht als Athmungsorgan, sondern lediglich als hydrostatischer Apparat und wird als Schwimmblase bezeichnet. Die Schwimmblase ist ein unpaariger, luftgefüllter, oft ziemlich dickwandiger Sack, welcher seinen Platz dicht unterhalb der Wirbelsäule, oberhalb des Darmkanals, hat; bei manchen Fischen steht sie durch einen meist langen, engen Kanal, den Luftgang, mit der Speiseröhre [2]) in Verbindung, bei anderen ist eine solche Verbindung nur während des embryonalen Lebens vorhanden, während der Gang sich später schliesst und verschwindet. Die Schwimmblase ist zuweilen durch eine Quereinschnürung in einen vorderen und hinteren Abschnitt getheilt, welche übrigens in offener Verbindung mit einander stehen (bei Karpfenfischen), oder sie kann mit Ausstülpungen versehen sein. Das in der Schwimmblase enthaltene Gas ist nicht direct aus der Atmosphäre aufgenommen, sondern wird von den in der Wand der Schwimmblase liegenden Gefässen ausgeschieden, welche zuweilen dichte, begrenzte Gefässnetze bilden, die als „rothe Körper“ an der Innenseite der Schwimmblase hervortreten.

Manche Fische, z. B. die gewöhnlichen Süsswasserfische, deren Schwimmblase kein Athmungsorgan ist, kommen trotzdem nicht selten an die Oberfläche und schnappen mit dem Mund etwas atmosphärische Luft, die sie übrigens bald wieder fahren lassen; es handelt sich hier wahrscheinlich um eine in der Mundhöhle stattfindende Luftathmung von verhältnissmässig untergeordneter Bedeutung. Bei einzelnen Fischen entwickeln sich in Anschluss hieran besondere Athmungsapparate; so findet sich z. B. bei gewissen Welsen (*Saccobranchus*) jederseits eine sackförmige, als Lunge fungirende Ausstülpung der Mundhöhle, welche sich vor dem ersten Kiemenbogen in letztere öffnet und sich weit nach hinten durch den Körper erstreckt; ähnliche bei einer Aalform (*Amphipnous*), welche in Ostindien in Erdlöchern lebt und deren Kiemen stark rückgebildet sind. Beim ostindischen Kletterfisch (*Anabas*), welcher oft auf das Land wandert und ebenfalls schwach entwickelte Kiemen besitzt, befinden sich oben in der Kiemenhöhle eigenthümliche, gekräuselte Blätter (durch umgebildete Theile der Kiemenbogen gestützt), welche als Luftathmungsorgane fungiren. — Bei anderen, z. B. den Schmerlen (*Cobitis*) findet eine Darmathmung statt: es wird durch den Mund Luft aufgenommen, welche verschluckt wird und den an gewissen Stellen besonders gefässreichen Darmkanal passirt: die nicht aufgenommene Luft tritt mit ausgeschiedener Kohlensäure zusammen durch den After aus.

Nicht wenige Fische können Laute erzeugen. Dies geschieht entweder dadurch, dass die Wand der Schwimmblase durch gewisse an der-

1) Von einigen dieser Fische weiss man, dass sie ein Austrocknen der Umgebung aushalten können, wobei die Kiemen zeitweise ausser Function gesetzt werden.

2) Bei einzelnen mündet der Luftgang weiter nach hinten, in den Magen, ein.

selben angebrachte (resp. von Skelettheilen entspringende und an dieselbe sich heftende) Muskeln in Schwingungen versetzt wird (Knurrhahn), oder dass gewisse Knochenoberflächen gegen einander gerieben werden (bei gewissen Welsen wird z. B. der Grundtheil stark entwickelter Strahlen gegen unterliegende Knochen gerieben).

Das Herz, welches seinen Platz weit vorn hat (vergl. Fig. 285 *A*), ist gewöhnlich ungefähr symmetrisch. Bei den Selachiern, Ganoiden und Lungenfischen besteht es aus einem grossen, dünnwandigen Vorhof, einer unterhalb des letzteren liegenden Herzkammer, von deren engem Hohlraum zahlreiche Fortsätze in die dicke Wand sich erstrecken, welche dadurch einen spongiösen Charakter erhält, und endlich aus einem schlauchförmigen Herzkegel (*Conus arteriosus*), von dessen vorderem Ende der Kiemenarterienstamm entspringt und in welchem eine verschiedene Anzahl (aber immer mehrere)

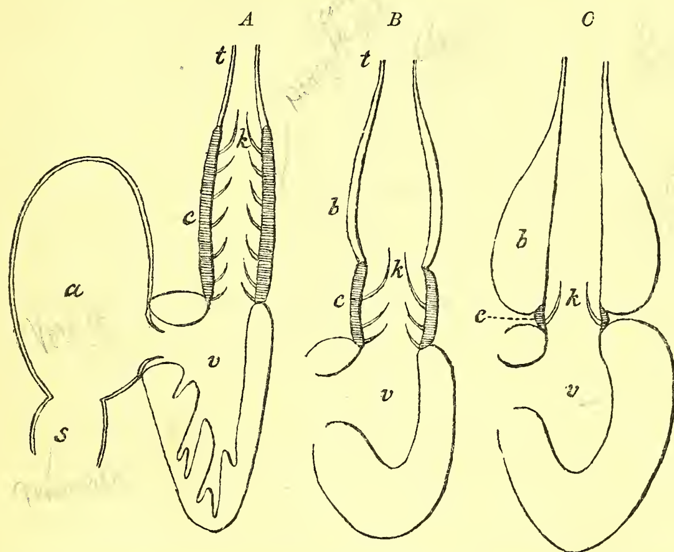


Fig. 310. Schematische Längsschnitte des Herzens verschiedener Fische. *A* von einem Fisch mit wohlentwickeltem Herzkegel, *B* von *Amia*, *C* eines Knochenfisches, in *B* und *C* ist der Vorhof weggelassen. *a* Vorhof, *b* Arterienbulbus, welcher bei Amia nur noch angedeutet ist, *c* Herzkegel, *k* Klappen, *s* Venensack, *t* Arterienstamm, *v* Herzkammer. — Orig.

Reihen von häutigen, taschenförmigen Klappen sich befinden; alle drei Abschnitte sind röthlich und ihre Wand mit quergestreiften Muskelzellen versehen. Bei den Knochenfischen ist der Herzkegel in der Regel vollkommen rudimentär (äusserst kurz und ohne Musculatur) und nur mit zwei einander gegenüber sitzenden Klappen versehen; nur bei einzelnen Knochenfischen (aus der Heringsfamilie) ist ein etwas deutlicherer, wenn auch sehr kurzer Herzkegel vorhanden, und bei einer einzigen Gattung unter diesen (*Butirinus*) finden sich zwei Querreihen von Klappen [1]). (Bei den Cyclostomen fehlt ein Herzkegel.) Auf der Grenze des Vorhofs und der Herzkammer findet sich bei den Fischen

1) Schon bei einem der Knochenganoiden (*Amia*) ist der Herzkegel sehr verkürzt und besitzt nur drei Klappenreihen.

in der Regel eine Querreihe von Klappen; ähnliche in der Regel auch auf der Grenze des Venensackes (vergl. unten) und des Vorhofs. — Von dem Vorderende des Herzkegels oder, wenn dieser fehlt, von der Herzkammer entspringt ein kürzerer oder längerer unpaarer Kiemenarterienstamm, welcher bei den Knochenfischen unmittelbar an seinem Ursprung stark angeschwollen und dickwandig ist. Diese Anschwellung, der Arterienbulbus[1]) (*Bulbus arteriosus*), ist ebenso wie der übrige Theil der Arterie weisslich und enthält bloss glatte Muskelzellen (während der Herzkegel, mit welchem er in früherer Zeit zusammengeworfen wurde, roth ist und quergestreifte Muskelzellen besitzt). Der Kiemenarterienstamm giebt an jeden Kiemenbogen, welcher Kiemenblättchen trägt, einen Ast ab; wenn die Kieme am Zungenbeinbogen wohlentwickelt ist, geht auch an diese ein ähnlicher Ast, welcher dagegen fehlt, wenn die Kieme rudimentär ist. Diese Aeste, die zuführenden Kiemenarterien, laufen (von unten nach oben) am Hinterrande der Kiemenbogen entlang und geben an jedes Kiemenblättchen einen Ast ab, welcher sich in ein Gefässnetz auflöst. Von jedem Kiemenblättchen entspringt wieder ein kleines Gefäss, welches mit den ähnlichen desselben Visceralbogens zusammen eine abführende Kiemenarterie[2]) bildet, die neben der zuführenden Arterie verläuft und sich an der Rückenseite mit den entsprechenden aus den anderen Visceralbogen derselben und der anderen Seite vereinigt und so die Aorta bildet, welche nach hinten dicht unterhalb der Wirbelsäule verläuft und Aeste zu den verschiedenen Theilen des Körpers abgiebt. Die Venen des Körpers sammeln sich alle zum Venensack (*Sinus venosus*), welcher in den Vorhof einmündet. Das in das Herz eintretende Blut ist somit venös, gelangt in diesem Zustande in die Kiemen, wird hier arteriell und fliesst dann in die Arterien des Körpers.

Es besteht demnach im Allgemeinen eine strenge Trennung der beiden Blutarten (des arteriellen und des venösen Blutes) bei den Fischen, und die Einrichtung des Gefässsystems entspricht den S. 31—32 hervorgehobenen allgemeinen Principien. Hiervon machen aber diejenigen Fische eine Ausnahme, welche ausser den Kiemen noch andere Athmungsorgane besitzen; bei ihnen mischen sich das arterielle und das venöse Blut in grösserem oder geringerem Umfange. Beim Knochenhecht z. B. erhält die Lunge Blut von der Aorta, also arterielles Blut, welches in der Lunge weiter oxydirt wird, während die Lungenvenen, welche also sehr sauerstoffreiches Blut führen, sich mit den grossen Venen vereinigen, welche das venöse Blut aus dem übrigen Körper zum Herzen führen; das Herz und damit auch die Kiemen empfangen also ein gemischtes, arteriell-venöses Blut. — Bei den Lungenfischen, deren Lunge (ebenso wie die der höheren Wirbelthiere) ihr Blut von dem letzten Arterienbogen (der letzten abführenden Kiemenarterie) erhält, sind besondere Einrichtungen vorhanden, welche dem genannten Uebelstand

---

1) Auch bei der soeben genannten *Amia* — sonst aber bei keinem Fisch ausserhalb der Abtheilung der Knochenfische — ist eine Anschwellung vorhanden, ihre Wand ist aber bei dieser Gattung nur wenig verdickt.

2) Oftmals, aber unrichtiger Weise, werden die abführenden Kiemenarterien mit dem Namen Kiemenvenen bezeichnet, in welchem Fall dann die zuführenden Kiemenarterien einfach „die Kiemenarterien" genannt werden. — Statt einer können bei einigen Fischen von jedem Kiemenbogen zwei abführende Kiemenarterien entspringen.

theilweise abhelfen, aber zu complicirt sind, als dass wir hier darauf eingehen könnten.

Die Nieren der Fische sind meistens langgestreckte Organe, welche sich bei manchen Knochenfischen — bei denen sie oberhalb der Schwimmblase, dicht unterhalb der Wirbelsäule liegen — durch den ganzen Körper vom Kopf bis an den Schwanz erstrecken [1]) und nicht selten hinten verschmolzen sind [2]). Die Harnleiter münden bei den Selachiern und Lungenfischen in die Kloake, bei den übrigen, nachdem sie sich mit einander vereinigt haben, mit einer Oeffnung hinter dem After, entweder gemeinschaftlich mit den Geschlechtsgängen oder mit einer besonderen Oeffnung hinter der Geschlechtsöffnung; letzteres ist bei den meisten Knochenfischen der Fall, bei denen man also drei Oeffnungen, eine hinter der anderen, findet: zuerst den After, dann die Geschlechtsöffnung, zuletzt die Harnöffnung [3]). Bei den Knochenfischen liegt die Harn- (und die Geschlechts-) Oeffnung sehr häufig auf einem kleinen, weichen Fortsatz (*Papilla urogenitalis*). Meistens ist der hintere Theil der Harnleiter erweitert und fungirt als Harnblase; bei den Selachiern ist ein Paar solcher vorhanden, bei den Knochenfischen nur eine, eine Erweiterung des hinteren verschmolzenen Theiles der Harnleiter.

Weibliche Geschlechtsorgane. Bei Selachiern, Ganoiden [4]) und Lungenfischen verhalten sich die Eierstöcke wie bei den meisten anderen Wirbelthieren, und es finden sich bei den Weibchen ein Paar Müller'sche Gänge, welche sich wie gewöhnlich mit je einem Trichter [5]) vorn in die Bauchhöhle öffnen; bei den Selachiern und den Lungenfischen münden sie hinten in die Kloake, während sie sich bei den Ganoiden mit den Harnleitern vereinigen und hinter dem After mit einer unpaarigen Oeffnung ausmünden. Bei den Selachiern findet sich an jedem Eileiter eine angeschwollene Partie, in deren Wand Drüsen vorhanden sind, zur Abscheidung der hornartigen Hülle, welche bei diesen Thieren ein oder mehrere Eier umgiebt. — Bei den Knochenfischen fehlen Müller'sche Gänge vollständig; die Eierstöcke sind bei den Knochenfischen hohle Organe von verschiedener Form, welche sich in je einen kurzen, schlauchförmigen Ausführungsgang fortsetzen, der mit dem der anderen Seite verschmilzt und hinter dem After ausmündet. Der Eierstock

---

1) Der vorderste Theil dieser langen Niere ist die bleibende Vorniere, welche manchmal bei dem ausgebildeten Thier sehr gross ist, in der Regel aber nicht mehr als Excretionsorgan fungirt.

2) Eine sehr interessante Umbildung der Nieren findet man beim Männchen des Seestichlings (*Spinachia vulgaris*), welches mittels feiner Schleimfäden fremde Theile zu einem Nest für die Eier zusammenspinnt. Der Schleim, aus welchem diese Fäden bestehen, wird in den Nieren erzeugt, indem ein Theil der Drüsenzellen der Harnkanälchen zu schleimabsondernden Zellen, von anderem Aussehen als die übrigen Zellen der Kanälchen, umgebildet sind.

3) In der genannten Region findet sich seitlich vom After bei einigen Fischen, nämlich den Selachiern, den Ganoiden und gewissen Knochenfischen (der Lachsfamilie), ein Paar feine Oeffnungen, die sogenannten Abdominalporen (*Pori abdominales*), welche die Bauchwand durchbohren und die Leibeshöhle mit der Aussenwelt in Verbindung setzen; ihre Bedeutung ist unbekannt.

4) Mit Ausnahme des Knochenhechts (*Lepidosteus*), welcher, wie es scheint, sich ähnlich wie die Knochenfische verhält.

5) Bei den Selachiern sind die beiden Müller'schen Gänge mit ihrem allervordersten Theil mit einander verbunden, so dass man bei ihnen einen unpaarigen Trichter für beide Eileiter findet. — Bei gewissen Haien ist nur der eine Eierstock entwickelt.

bietet somit bei den Knochenfischen ein von demjenigen aller anderen Wirbelthiere sehr abweichendes Verhalten dar (aber ein ähnliches wie dasjenige, welches wir bei manchen niederen Thieren, z. B. den Weichthieren, vorfinden); die Eier lösen sich von der inneren, oft stark gefalteten Seite der Wand ab, fallen in den Hohlraum des Eierstocks und gelangen durch den Ausführungsgang nach aussen. Häufig sind die beiden Eierstöcke der Knochenfische hinten (z. B. beim Dorsch) oder in ihrer ganzen Länge (Aalmutter) mit einander verschmolzen, und der Eiergang ist dann unpaarig. Im reifen Zustande, in der Laichzeit, sind die Eierstöcke der Knochenfische oft von sehr ansehnlicher Grösse.

Von der gegebenen Darstellung weichen nur die Familien der Lachse und Aale ab, deren Eierstöcke solide Organe sind; bei diesen fallen die Eier in die Bauchhöhle und gelangen durch eine unpaarige Oeffnung[1]) in der Leibeswand hinter dem After (*Porus genitalis*) nach aussen. — Aehnlich wie die Lachse verhalten sich auch die Cyclostomen (welche nur einen Eierstock besitzen).

Männliche Geschlechtsorgane. Bei den Selachiern wird der Samen durch den vordersten Theil der Niere (welcher oft als Nebenhoden bezeichnet wird) ausgeführt; der betreffende Theil tritt mit dem Hoden in Verbindung, und der von ihm entspringende Harnleiter, welcher sich erst ganz hinten mit den Ausführungsgängen von der übrigen Niere vereinigt, fungirt wesentlich als Samenleiter, indem die Bedeutung jener Nierenpartie für die Harnabsonderung nur geringfügig ist (beim Weibchen ist der betreffende Nierenabschnitt ebenfalls nur wenig entwickelt). Auch bei den Ganoiden wird der Samen durch die Niere ausgeführt und zwar derart, dass zahlreiche Querkanäle vom Hoden in die Niere (von welcher keine Partie besonders ausgebildet ist) hineintreten und sich mit den Harnkanälchen verbinden[2]). Bei den Knochenfischen ist eine solche Verbindung mit der Niere nicht vorhanden, der Hoden setzt sich vielmehr direct in einen Samenleiter fort[3]); ebenso wie die Eierstöcke sind auch die Hoden in reifem Zustande von bedeutender Grösse, langgestreckte, oft gelappte oder (z. B. beim Dorsch) gekräuselte Körper; die Samenleiter vereinigen sich hinten zu einem unpaaren Gang, welcher bei einigen Formen mit einer besonderen Oeffnung hinter dem After, vor der Harnöffnung ausmündet, während sich bei anderen eine gemeinschaftliche Harn-Samenöffnung findet.

Bei den Cyclostomen fallen die Spermatozoen aus dem unpaarigen Hoden in die Bauchhöhle und gelangen durch eine Oeffnung der Bauchwand nach aussen (ebenso wie die Eier).

Begattungswerkzeuge finden sich bei allen Selachiern, bei deren Männchen ein Abschnitt der Hintergliedmaassen zu ziemlich complicirten zusammengerollten Organen (Fig. 314) ausgebildet ist, welche bei der Begattung benutzt werden (vergl. die Begattungorgane der zehnfüssigen Krebse). Dagegen fehlen Begattungswerkzeuge bei den meisten übrigen Fischen, und der Samen („Milch“) wird bei diesen

---

1) Welcher nicht mit den S. 409 Anm. 3 erwähnten Abdominalporen zu verwechseln ist.

2) Für die Lungenfische ist das Verhältniss der Samenausführungsgänge noch nicht völlig aufgeklärt.

3) Die Lachse und Aale verhalten sich hierin wie die übrigen.

in der Regel nicht in den weiblichen Körper eingeführt, sondern erst nach oder bei der Eiablage über die Eier ausgegossen.

Bei gewissen Knochenfischen (*Anableps*), welche lebendige Junge gebären, findet sich beim Männchen hinter dem After ein langer Fortsatz, an dessen Spitze die Harn-Samenöffnung sich findet; dieser als Begattungsorgan fungirende Fortsatz ist die umgebildete Afterflosse, welche mit der Papilla urogenitalis verwachsen ist. Auch bei einigen anderen lebendiggebärenden Knochenfischen finden sich ähnliche Begattungsorgane. Ueberhaupt versteht es sich von selbst, dass bei allen lebendiggebärenden Fischen eine Ueberführung des Samens vom Männchen ins Weibchen stattfinden muss, Begattungs o r g a n e sind aber bei solchen keineswegs immer vorhanden.

Nicht wenige Fische weisen ausgesprochene G e s c h l e c h t s u n t e r s c h i e d e auf: beim Männchen können gewisse Flossen besonders stark ausgebildet sein, oder es kann eine besonders prächtige Färbung besitzen etc. Zuweilen (z. B. bei den Stichlingen) ist das Männchen in der Fortpflanzungszeit durch augenfällige, später schwindende Farben ausgezeichnet. Häufig ist das Männchen k l e i n e r als das Weibchen (z. B. beim Aal)

Ueber H e r m a p h r o d i t i s m u s bei Fischen vergl. S. 380—81.

Die E i e r sind von sehr verschiedener Grösse (von Stecknadelkopf- bis Hühnereigrösse und darüber), am grössten bei den Selachiern, kleiner bei den Knochenfischen, deren Eier von einer dünnen, durchsichtigen Eihaut umgeben sind, welche mit einer Mikropyle versehen sein kann. Die Eier sehr vieler im Meere lebender Knochenfische — z. B. des Dorsches — schwimmen an der Oberfläche des Wassers, andere werden am Boden abgelegt, an Wasserpflanzen festgeklebt etc. (Hering z. B.). Bei den Selachiern sind die abgelegten Eier von einer hornähnlichen Hülle umgeben, welche oft abgeplattet, viereckig und an den Ecken in Fäden ausgezogen ist. Einige Fische gebären l e b e n d i g e J u n g e, z. B. die meisten Selachier, bei denen die Entwicklung in einem erweiterten Abschnitt des Eileiters (Uterus) vor sich geht, welcher mit gekräuselten gefässreichen Falten versehen ist; ebenso mehrere Knochenfische, deren Eier sich in dem hohlen Eierstock entwickeln (z. B. bei der Aalmutter). — Nicht wenige Fische zeigen eine besondere Fürsorge für Eier und Brut;

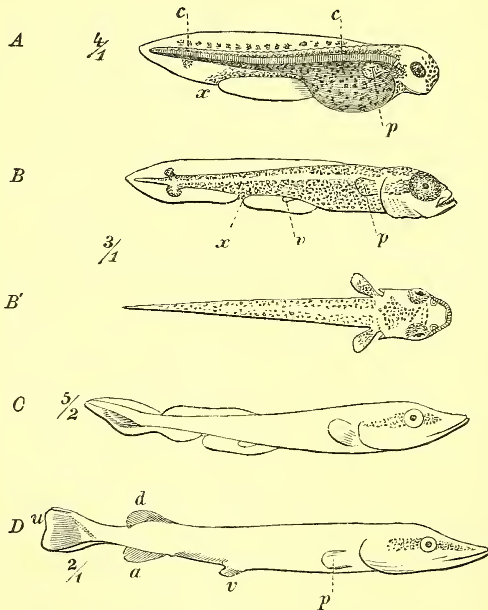


Fig. 311. J u n g e H e c h t e; *A* neugeborener, *B*, *B′* 11 Tage alter, *C* und *D* ältere. Bei *A* ist der Schwanz noch gerade, bei *C* und *D* ausgeprägt heterocerk. *a* Afterflosse, *c* Chorda, *d* Rücken, *p* Brust-, *u* Schwanz-, *v* Bauchflosse, *x* After. — Nach Sundevall.

so bauten z. B. die Männchen der Stichlinge (und verschiedener anderer Knochenfische) Nester, in welchen die Eier sich entwickeln; die Männchen der Seenadeln tragen die Eier (und zuweilen auch die Jungen) unterhalb des Bauches mit sich umher, indem dieselben entweder einfach festgeklebt oder von besonderen Falten umschlossen sind. (Aehnliches bei verschiedenen ausländischen Fischformen.) Seltener werden die Eier in ähnlicher Weise vom Weibchen gehütet.

Mit Recht kann man bei manchen Knochenfischen von einer Metamorphose reden, indem die Jungen das Ei in einer von der des Erwachsenen sehr abweichenden, unvollkommenen Gestalt verlassen, oft noch mit geradem Schwanz, mit zusammenhängendem Flossensaum an der Rücken- und Bauchseite etc. (Fig. 311 *A*). Bei manchen kommt hierzu noch, dass der Uebergang aus diesem Stadium in die definitive Gestalt keine einfache, allmählich fortschreitende Entwicklung ist,

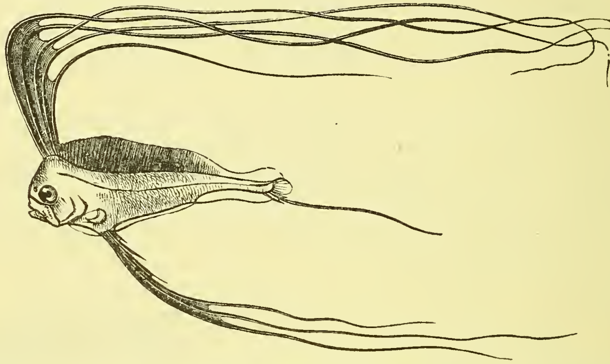


Fig. 312. Larve eines Fisches (*Trachypterus*), welcher im ausgebildeten Zustande ungemein gestreckt, bandförmig ist und der langen Flossenfäden entbehrt.

sondern die Jungen nicht selten längere Zeit, nachdem sie das Ei verlassen haben, besondere Charaktere darbieten, welche man weder bei dem neugeborenen Jungen noch bei dem Erwachsenen findet. Namentlich trifft man in der pelagischen Fauna zahlreiche grossäugige Knochenfischlarven mit enorm entwickelten Dornen und Flossentheilen etc., Gebilden, welche an diejenigen erinnern, die man bei manchen in ähnlicher Weise lebenden Krebsthierlarven (z. B. der Krabben) beobachtet (Fig. 312). — Ueber die eigenthümliche Entwicklung der Neunaugen siehe S. 414.

Die Embryonen der Selachier (Fig. 313) zeichnen sich durch den Besitz eines kolossale Dottersackes und ferner dadurch aus, dass aus den Kiemenspalten eine Zeit lang zahlreiche lange Kiemenfäden heraushängen, welche Fortsätze der Kiemenblättchen sind. Diese Kiemenfäden sind embryonale Organe, welche sich vor der Geburt zurückbilden.

Die meisten Fische sind Raubthiere, nur wenige Pflanzen- oder Schlammfresser. Die Mehrzahl lebt im Meere, viele aber im Süsswasser (einige Arten an beiden Orten), einzelne trifft man hin und wieder oder sogar überwiegend auf dem Lande. Sie unternehmen oft Wanderungen, theils von einer Stelle im Meere zur anderen, theils vom Meer ins Süsswasser hinauf und umgekehrt. Sie halten sich zum grossen Theil schaarenweise zusammen. — Durch Biegungen des ganzen Körpers und

durch seitliche Schläge des Schwanzes gegen das Wasser bewegt sich der Fisch vorwärts; die Knochenfische können sich ausserdem durch wellenförmige Bewegungen der sämmtlichen (paarigen und unpaarigen) Flossen langsam bewegen [1]).

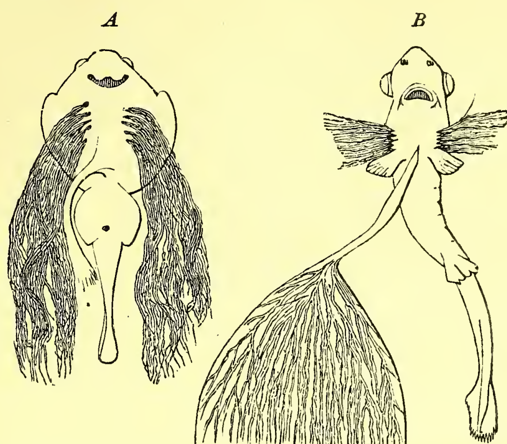


Fig. 313. *A* Rochen-, *B* Hai-Embryo mit äusseren Kiemen (*k*). *d* Dottersack (nicht ganz ausgezeichnet; in *A* weggelassen).

Die Fische, welche in der Jetztzeit durch zahlreiche Gattungen und Arten vertreten sind, haben auch in früheren Perioden eine wichtige Rolle gespielt; die Knochenfische, welche in der Jetztzeit an Zahl weit überwiegen, sind verhältnissmässig spät aufgetreten, während die jetzt nur wenige Arten umfassenden Ganoiden eine Zeit lang sehr zahlreich vertreten waren.

Uebersicht über die Ordnungen.

Skelet ausschliesslich knorpelig. Horn- oder Knorpelstrahlen.	Cyclostomen	
Schuppen fehlen. Kiemendeckel fehlt. Schwimmblase fehlt.	Selachier	Herzkegel wohlentwickelt. Spiralfalte im Darm. Müller'sche Gänge vorhanden.
Skelet besteht aus Knorpel u. Knochen. Knochenstrahlen. Schuppen vorhanden.	Ganoiden	
	Lungenfische	
Kiemendeckel vorhanden. Schwimmblase oder Lunge vorhanden.	Knochenfische	Herzkegel rudimentär. Spiralfalte fehlt. Müller'sche Gänge fehlen.

1) Eine sehr abweichende, mehr flugähnliche Bewegung mittels der mächtigen Vordergliedmaassen findet bei den Rochen statt.

1. Ordnung. **Rundmäuler** (*Cyclostomi*).

Die Cyclostomen bilden eine kleine, von den übrigen Fischen in manchen Beziehungen abweichende Gruppe. Der Körper ist cylindrisch, aalförmig, ohne Gliedmaassen, die Haut entbehrt fester Theile, das Skelet ist ausschliesslich knorpelig, das Rückgrat nicht in Wirbel getheilt, Rippen fehlen; es ist ein complicirtes Mund- und Visceralskelet vorhanden, welches sich schwer auf den allgemeinen Typus des Visceralskelets der Fische zurückführen lässt. Gewöhnlich finden sich 6—7 (bei einzelnen eine noch grössere Anzahl) Kiementaschen an jeder Seite (vergl. S. 404). Der Mund ist mit Hornzähnen ausgestattet, dagegen fehlen echte Zähne. Das Geruchsorgan ist unpaarig. Schwanzende gerade; ein Flossensaum ist vorhanden. (Vergl. übrigens das in dem Abschnitt über die Fische im Allgemeinen Mitgetheilte.)

Die Cyclostomen sind mit den Selachiern am nächsten verwandt; ihre besonderen Charktere verdanken sie ohne Zweifel z. Th. ihrer eigenthümlichen Lebensweise als Schmarotzer oder Aasfresser.

1. Die Neunaugen oder Lampreten (*Petromyzon*) haben einen kreisrunden Saugmund mit Hornzähnen; 7 kleine Kiemenöffnungen auf jeder Seite führen in je eine Kiementasche; diese öffnen sich nicht direct in die Mundhöhle, sondern in einen hinten geschlossenen, kurzen Schlauch, welcher unterhalb der Speiseröhre liegt und vorne mit der Mundhöhle in Verbindung steht. Augen wohl entwickelt. Die Neunaugen saugen sich an lebenden Fischen fest und fressen sich in dieselben ein; ausserdem fressen sie auch kleinere Thiere. In Deutschland leben drei Arten, von welchen zwei, das bis 1 m lange Meerneunauge (*P. marinus*) und das kleinere Flussneunauge (*P. fluviatilis*, Pricke), im Meere leben, zum Laichen aber ins Süsswasser hinaufsteigen, während die dritte, kleinste Art, das Bachneunauge (*P. Planeri*), ausschliesslich im Süsswasser lebt. — Die Neunaugen durchlaufen eine Metamorphose: die Larve, Querder (*Ammocoetes*), welche (bei P. Planeri) vor der Verwandlung ein Alter von 3—4 Jahren und eine ansehnliche Grösse erreicht, hat einen abweichend geformten Mund, es fehlen ihr die Hornzähne, die Augen sind sehr klein, und die Kiementaschen öffnen sich direct in die Mundhöhle; sie lebt im Schlamm.

2. Die Inger (*Myxine*) haben rudimentäre Augen, der Mund ist von Tastfäden umgeben; die Kiementaschen (jederseits 6) sind lange, in ihrer Mitte blasenförmig erweiterte Röhren, welche sich jede für sich direct in den Schlund öffnen, während ihre äusseren Abschnitte sich jederseits vereinigen und mit einer gemeinsamen Oeffnung ziemlich weit nach hinten münden. (Bei gewissen verwandten fremden Formen, *Bdellostoma,* münden sie einzeln nach aussen.) Die Inger, von welchen in den nordeuropäischen Meeren eine bis 30 cm lange Art, *M. glutinosa*, häufig vorkommt, bohren sich in todte (und lebende?) Fische ein; sie können eine enorme Schleimmasse absondern.

2. Ordnung. **Selachier** (*Selachii*).

Das Skelet besteht ausschliesslich aus Knorpel (welcher aber theilweise verkalken kann); Knochengewebe fehlt immer. Herzkegel vorhanden. Spiralfalte im Darm. 5 (selten 6 oder 7) Kiemenspalten auf

jeder Seite; oft ein Spritzloch. Kein Kiemendeckel (die Chimären ausgenommen). Keine Schwimmblase. Die Haut mit Zähnen, welche oft die ganze Oberfläche bedecken. In den Flossen, welche nicht zusammengelegt werden können, Hornstrahlen. Der Mund auf der Unterseite des Kopfes. Theile der Bauchflossen des Männchens fungiren als Begattungswerkzeuge. Sehr grosse Eier. — Fast ausschliesslich Meeresthiere.

1. Die Haie (*Squalida*) sind Thiere ungefähr von gewöhnlicher Fischform, meistens gestreckt, von etwa kreisrundem Querschnitt. Die Haut mit in der Regel kleinen Zähnen dicht besetzt. Längs der Kieferränder meist eine oder ein paar Reihen meistens dreieckiger Zähne (Ersatzzähne in der Mundhaut an der Innenseite der Kiefer versteckt). Deutlich heterocerk. Von den zahlreichen Formen mögen folgende beispielsweise genannt werden: Der gemeine Dornhai (*Acanthias vulgaris*), 1 m lang, mit einem Stachel (stark entwickeltem Hautzahn) vorn in jeder der beiden Rückenflossen, ohne Afterflosse; gebärt lebendige Junge; Nord- und Ostsee. Der Hundshai (*Scyllium canicula*), etwas kleiner, eierlegend (Eierkapsel viereckig mit langen, von den Ecken ausgehenden, rankenartigen Anhängseln, welche um Meerespflanzen gewunden werden); Nordsee. Der Blauhai (*Carcharias glaucus*), 3—4 m lang, vertritt im Mittelmeer die übrigens besonders in den Tropen zahlreichen, gefrässigen „Menschenhaie". Die Hammerhaie (*Sphyrna*) haben den Kopf jederseits in einen längeren oder kürzeren Fortsatz ausgezogen, an dessen Ende das Auge sitzt; eine Art im Mittelmeer. Der Eishai (*Scymnus borealis*), welcher eine Länge von 8 m erreicht, wird wegen der fettreichen Leber in grosser Anzahl an den Küsten Islands etc. gefangen. Noch grösser (bis 12 m) ist der Riesenhai (*Selache maxima*), dessen äussere Kiemenöffnungen ungemein lange Spalten sind, Augen sehr klein, Zähne klein und schlecht ausgebildet, der innere Rand der Kiemenbogen mit einer Reihe sehr langer, dünner Zähne, welche zusammen einen dichten Kamm bilden, der als Seihapparat wirkt, um die kleinen Krebse etc. zurückzuhalten, von welchen dieser Riese sich nach Art der Bartenwale ernährt.

2. Die Rochen (*Rajida*) zeichnen sich besonders durch die abgeplattete Form des Kopfes und Rumpfes, durch den dünnen, peitschenförmigen, oft fast flossenlosen Schwanz und durch die enorme Entwicklung der Brustflossen aus, welche als wagerechte Platten vom Seitenrand des Körpers entspringen und mit den Seitentheilen des Kopfes oberhalb der Kiemenspalten verwachsen sind, so dass letztere an der Unterseite der von dem Kopf, dem Rumpf und den Brustflossen gebildeten Scheibe ihren Platz haben; an der Oberseite sitzen Augen und Spritzlöcher. Von anderen Charakteren sind hervorzuheben, dass die Haut in der Regel in grösserer oder geringerer Ausdehnung nackt ist, dass ein Theil der übrig gebliebenen Hautzähne grosse Dornen sind, und dass die Zähne der Mundhöhle niedrige Höcker (zuweilen mit einer Spitze) oder Platten sind, welche in mehreren Reihen die Kieferränder pflasterförmig bedecken. In ihrer gewöhnlichen Erscheinung weichen die Rochen somit sehr von den Haien ab. Aber das Rochengepräge ist nicht immer in gleichem Grade ausgebildet: bei einigen sind die Brustflossen kleiner, der Schwanz kräftiger, während es andererseits Haie giebt (*Squatina*, Meerengel), die etwas abgeplattet sind, nach oben gekehrte Augen und grosse, wagerechte Brustflossen besitzen, welche sich sowohl nach hinten als nach vorn längs der Seite des Kopfes erstrecken, ohne aber mit letzterem verwachsen zu sein.

In der That giebt es eine vollständige Reihe von Uebergängen von dem gewöhnlichen schlanken Haitypus zu der extremsten Rochenform mit einer Kopf-Rumpfscheibe, welche breiter als lang ist, und mit einer dünnen Schwanzpeitsche. — In der Nordsee leben verschiedene Arten besonders der Gatt. *Raja*), alle von typischem Rochengepräge. Von Formen, welche südlicheren Meeren angehören, sind die Zitterrochen (*Torpedo*) und die Sägefische (*Pristis*) zu nennen; erstere sind bekannt wegen des Vorhandenseins kräftiger elektrischer Organe, welche zu jeder Seite des Kopfes gelagert sind; bei den Sägefischen ist die Schnauze in eine lange, gerade, schmale Platte ausgezogen mit einer Reihe langer, seitwärts gerichteter Zähne in jedem Seitenrand. Sowohl die Zitterrochen als die Sägefische — besonders aber die letzteren — gehören zu den mehr haiartigen Rochen mit ziemlich kräftigem Schwanz. Beide Gattungen sind im Mittelmeer vertreten.

3. Die Chimären (*Holocephala*: Gatt. *Chimaera* u. a.) sind eine kleine Abtheilung der Selachier, welche namentlich durch den Besitz eines die Kiemenspalten überdeckenden Kiemendeckels (der jedoch nicht von Skelettheilen gestützt ist) von den übrigen Selachiern ab-

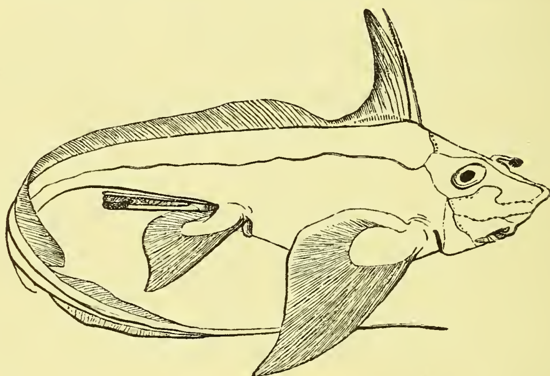


Fig. 314. *Chimaera monstrosa*, ♂.

weicht und sich den folgenden Ordnungen nähert; die Kiemenblättchen bedecken die Seite der Coulisse völlig, überragen aber deren äusseren Rand nicht (Fig. 309 *B*). Die Haut ist grösstentheils nackt, der Mund mit einer geringen Anzahl grosser Zähne bewaffnet. Der obere Abschnitt des Kiefer- und des Zungenbeinbogens ist mit dem Schädel verwachsen. Im Uebrigen besitzen sie in der Hauptsache die Charaktere anderer Selachier. Eine Art, *Ch. monstrosa*, kommt häufig im Mittelmeer, an der Küste Norwegens etc. vor.

3. Ordnung. **Ganoiden** (*Ganoïdei*).

Das Skelet besteht aus Knorpel und Knochen. Herzkegel und Spiralfalte des Darmes vorhanden. Ein von knöchernen Theilen gestützter Kiemendeckel; oft ein Spritzloch. Schwimmblase oder echte Lunge vorhanden. Die Haut gewöhnlich mit Knochenplatten oder Schuppen; auch Hautzähne können ausserdem vorhanden sein, aber in geringerer Menge. In den zusammenlegbaren Flossen sind Knochenstrahlen vorhanden.

Die wichtigsten jetztlebenden Formen dieser in der Vorzeit so reich entwickelten Abtheilung sind die im Folgenden genannten.

1. Unterordnung. **Knorpelganoiden** (*Chondrostei*).

Das Skelet ist zum grossen Theil knorpelig, nur Deckknochen sind vorhanden. Der Mund an der Unterseite des Kopfes. Ausgeprägte Heterocercie.

1. Die Störe (*Accipenser*) haben 5 Längsreihen von grossen Knochenplatten längs des Körpers (davon eine längs der Mitte des Rückens) und viele kleine Platten über den ganzen Körper; oben auf dem Kopfe grosse knöcherne Platten, welche den knorpeligen Schädel überdecken. Der Mund klein, zahnlos (die kleinen Jungen haben jedoch Zähne; zuweilen sind auch bei den Erwachsenen an den Kiemenbogen kleine Zähne erhalten); an der Unterseite der oft langgestreckten Schnauze sind Tastfäden vorhanden. Spritzloch vorhanden. In den nordeuropäischen Meeren lebt der eine Länge von mehreren Metern erreichende *A. sturio*, welcher des Laichens wegen in die Flüsse hinaufwandert. Mehrere andere Arten im Kaspischen und Schwarzen Meere und in den grossen russischen Flüssen (Sterlet, Hausen).

2. Die Löffelstöre (*Spatularia*) weichen von den Stören besonders dadurch ab, dass die Schnauze zu einem grossen, wagerechten Blatt verlängert ist und die Haut fast ganz fester Theile entbehrt; im Munde sind schwache Zähne entwickelt. In nordamerikanischen und chinesischen Flüssen.

2. Unterordnung. **Knochenganoiden** (*Holostei*).

Das Skelet ist zum grössten Theil verknöchert. Der Mund am Vorderende des Kopfes. Grosse, rautenförmige, „emaillirte“ [1]) Schuppen, welche theilweise mit kleinen Fortsätzen in einander eingreifen, seltener gewöhnliche Schuppen wie bei den Knochenfischen. Meistens (Lepidosteus, Amia) eine wirkliche, als Athmungsorgan fungirende Lunge. — Alle jetztlebenden sind Süsswasserfische.

1. Der Bischir (*Polypterus*). Lange Rückenflosse mit starken, an der Spitze fächerförmig gespaltenen Flossenstrahlen, welche nicht mit einander zusammenhängen; keine Afterflosse; Schwanzflosse abgerundet; schwach ausgesprochene Heterocercie (der aufgebogene Theil des Rückgrats sehr klein). Grosse rautenförmige Schuppen. Ein Spritzloch. In Afrika (z. B. im Nil).

2. Der Knochenhecht (*Lepidosteus*). Schnauze stark verlängert. Kurze Rücken- und Afterflosse; stark ausgesprochene Heterocercie, die

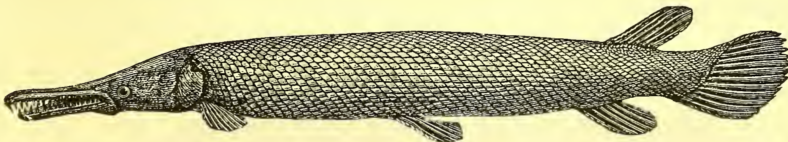


Fig. 315. Knochenhecht (*Lepidosteus*).

1) Die Schuppen sind äusserlich von einer glänzenden Schichte überzogen, welche allgemein als „Schmelz“ bezeichnet wird; es handelt sich hier aber thatsächlich nicht um wirklichen Schmelz wie an den Zähnen, sondern nur um eine äusserste, glänzende, dichte Knochenschicht.

Schwanzflosse hat ihren Platz fast ausschliesslich an der Unterseite des langen, aufgebogenen Rückgrats-Endes (Fig. 299 *B*). Rautenförmige Schuppen. Mehrere Arten in Nordamerika.

3. *Amia* ist äusserlich fast ganz einem Knochenfisch ähnlich; sie hat gewöhnliche cycloide Schuppen. Ueber ihre wichtigsten Charaktere vergl. S. 407 Anm. 1; S. 408 Anm. 1; Fig. 304 *C*; Fig. 310 *B*. Nordamerika.

4. Ordnung. **Lungenfische** (*Dipnoi*).

Skelet theilweise verknöchert. Herzkegel spiralig gewunden und innerlich mit einer aus umgebildeten Klappen gebildeten Längsfalte versehen. Spiralfalte im Darm. Kiemendeckel von knöchernen Theilen gestützt. Die Lunge ist Athmungsorgan. Haut mit Schuppen. Flossen mit ungegliederten, weichen Knochenstrahlen. — Sowohl die vorderen als die hinteren Nasenlöcher liegen innerhalb des Mundrandes. Die Gliedmaassen sind entweder längliche, zugespitzte Platten mit einem gegliederten Knorpelstab in der Mitte, von welchem jederseits eine Reihe Knorpelstrahlen entspringt; oder sie sind fadenförmig, mit einem ähnlichen, aber mehr oder weniger reducirten Skelet. Diphycerk, Schwanz zugespitzt. Das Rückgrat ist nicht in Wirbel getheilt, die Chorda mächtig ausgebildet. Wenige, aber grosse Zähne im Munde. — Ausschliesslich im Süsswasser.

Diese abweichende, in der Jetztzeit nur durch ganz wenige Formen vertretene Gruppe schliesst sich ganz nahe an die Ganoiden (besonders die Knochenganoiden) an. Merkwürdig ist der Bau des Herzkegels, welcher an das Verhalten bei den Amphibien erinnert (vergl. diese); hiermit stehen auch gewisse Eigenthümlichkeiten im Bau der übrigen Theile des Herzens in Verbindung, wodurch eine partielle Sonderung des von der Lunge und des vom übrigen Körper kommenden Blutes bewirkt wird. Sehr eigenthümlich ist auch der Bau der Gliedmaassen, die Lage der Nasenlöcher etc.

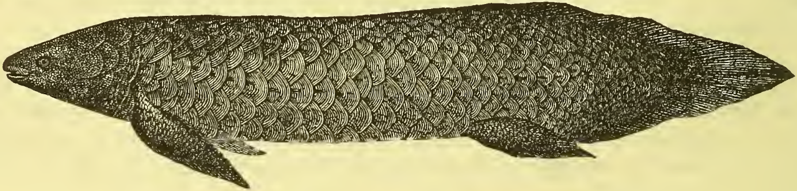


Fig. 316. *Ceratodus.* — Nach Günther.

1. Der Barramunda (*Ceratodus*) ist ein grosser, gestreckter, an beiden Enden zugespitzter Fisch mit grossen Schuppen; grosse, breite

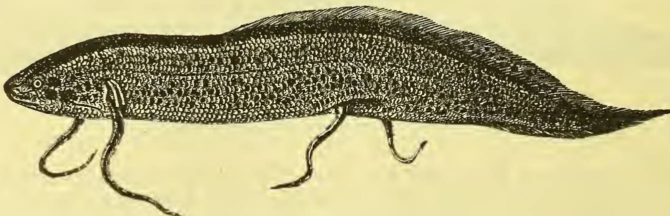


Fig. 317. *Protopterus annectens.*

Gliedmaassen; Rücken-, Schwanz- und Afterflosse nicht gesondert. Lebt in einigen Flüssen Neu-Hollands.

2. *Protopterus annectens* ist ein in Afrika lebender Lungenfisch mit sehr schmalen, langen Gliedmaassen; er besitzt einige kleine, fadenförmige, vielleicht als Kiemen fungirende Hautanhänge am oberen Ende der Kiemenöffnung (von den gewöhnlichen Kiemen fehlen dagegen die am 1. und 2. Kiemenbogen); übrigens ist er äusserlich in der Hauptsache dem vorhergehenden ähnlich. Wenn die Gewässer, in welchen der Protopterus lebt, austrocknen, so vergräbt er sich in den Boden derselben und bildet um sich aus gehärtetem Schleim eine Kapsel, in welcher er lange ohne Flüssigkeit aushalten kann (Aehnliches findet bei Ceratodus nicht statt). — Eine verwandte Form (*Lepidosiren paradoxa*) in Südamerika.

5. Ordnung. **Knochenfische** (*Teleostei*).

Das Skelet besteht aus Knorpel und Knochen; letzterer bildet die Hauptmasse. Herzkegel rudimentär. Arterienbulbus vorhanden. Keine Spiralfalte im Darm. Ein von knöchernen Theilen gestützter Kiemendeckel. Kein Spritzloch. Die Haut mit Schuppen oder Knochenhöckern, -platten etc.; Hautzähne fehlen in der Regel (können aber in geringerer Menge vorhanden sein). Flossen zusammenfaltbar, mit Knochenstrahlen versehen.

1. Unterordnung. **Physostomen** (*Physostomi*).

Schwimmblase durch einen Luftgang mit dem Darmkanal verbunden. Bauchflossen weit hinten, dicht beim After. In der Regel fehlen Stachelstrahlen. Schuppen cycloid.

1. Die Heringsfamilie (*Clupeïdae*). Körper länglich, zusammengedrückt. Grosse, leicht abfallende Cycloidschuppen. Nur eine Rückenflosse. Zähne schwach. Hierher gehören: der Hering (*Clupea harengus*) und der Sprott (*Cl. sprattus*), beide in der Nord- und Ostsee gemein, die Sardine (*Cl. pilchardus*) an den Küsten Frankreichs und Englands gemein, der Maifisch (*Cl. alosa*) in der Nordsee etc., welcher zum Laichen die Flüsse (z. B. den Rhein) hinaufsteigt; alle diese einander sehr ähnlichen Formen haben eine Reihe Kielschuppen längs der Bauchseite; weiter der echte Anchovis oder die Sardelle (*Engraulis encrassicholus*), ohne Kielschuppen, mit verlängerter Schnauze, im Mittelmeer, seltener in den nördlichen Meeren.

2. Die Lachsfamilie (*Salmonidae*). Schuppen klein oder mittelgross. Zwei Rückenflossen, von welchen die hintere eine strahlenlose Fettflosse ist. Besonders im Süsswasser. In Deutschland leben u. a.: Der Lachs (*Salmo salar*), in den nordeuropäischen Meeren, wandert zum Laichen in die Flüsse hinein; die nahe verwandte Forelle (*S. fario*), im Süsswasser; der Saibling (*S. salvelinus*), kleiner, in Gebirgsseen; von den Maränen oder Renken (*Coregonus*), mit kleinen Zähnen oder zahnlos (die Salmo-Arten haben grosse Zähne), leben einige Arten im Meere, andere im Süsswasser.

3. Die Hechtfamilie (*Esocidae*). Kleine Schuppen. Rückenflosse weit hinten. Abgeplattete, gestreckte Schnauze. Mund gross mit zahlreichen, z. Th. grossen Zähnen. Wenige Arten. Der gemeine Hecht (*Esox lucius*) häufig in Süsswasser.

4. Die Karpfenfamilie (*Cyprinidae*). Körper zusammengedrückt, mit grösseren oder kleineren Schuppen. Eine Rückenflosse. Die Knochen des Mundes sind sämmtlich zahnlos mit Ausnahme der unteren Schlundknochen, welche mit kräftigen Mahlzähnen versehen sind, die gegen eine dicke, an der Unterseite des Schädels angebrachte Hornplatte wirken. Häufig Bartfäden am Mundrande. Süsswasserfische, welche sich theilweise von zerfallenen Pflanzen ernähren. Von den zahlreichen Formen seien angeführt: der Karpfen (*Cyprinus carpio*) mit vier Bartfäden am oberen Mundrand (aus Asien eingeführt), die Karausche (*Carassius vulgaris*) ohne Bartfäden, sonst jenem ähnlich, der Goldfisch (*Car. auratus*) aus China, die Barbe (*Barbus vulgaris*) mit 4 Bartfädem, davon zwei an der Schnauzenspitze, der kleine Gründling (*Gobio fluviatilis*), die Weissfische (*Leuciscus*), die Schleihe (*Tinca vulgaris*) mit kleinen Schuppen in der dicken, schleimigen Haut; der kleine Bitterling (*Rhodeus amarus*), Weibchen in der Laichzeit mit einer langen, an der Spitze die Geschlechtsöffnung tragenden Legeröhre, mittels welcher die Eier in die Kiemenhöhle von Flussmuscheln (*Unio*) abgelegt werden; der Brassen (*Abramis brama*) mit hohem, seitlich zusammengedrücktem Körper; die Schmerlen (*Cobitis*), kleine Fische mit gestrecktem, zuweilen aalartig verlängertem Körper, sehr kleinen, verborgenen Schuppen, 6 oder mehr Bartfäden (Darmrespiration, vergl. S. 406.) Alle genannten, mit Ausnahme des Goldfisches, in Deutschland einheimisch.

5. Die Welsfamilie (*Siluridae*). Körper niemals mit gewöhnlichen Schuppen, entweder nackt oder mit grösseren Knochenplatten (Hautzähne können vorhanden sein). Der Oberkieferknochen sehr schwach entwickelt. Bartfäden am Munde. Eine Fettflosse häufig vorhanden. Süsswasserfische, welche besonders durch zahlreiche interessante Formen in den Tropen vertreten sind. Der Wels (*Silurus glanis*), nackt, mit ganz kleiner Rückenflosse weit vorn, langer Afterflosse, zwei langen und vier kurzen Bartfäden, kleinen Augen; wird bis 4 Meter lang; der einzige europäische Repräsentant der Familie (auch in Deutschland). Der Zitterwels (*Malapterurus electricus*) mit Fettflosse (sonst aber ohne Rückenflosse), über 1 Meter lang, in Afrika. Die Panzerwelse (*Loricaria*), Haut mit grossen Knochenplatten bedeckt, in Südamerika.

6. Die Aalfamilie (*Muraenidae*). Körper schlangenförmig, schuppenlos oder mit kleinen Schuppen, ohne Bauchflossen, Rücken-, Schwanz- und Afterflosse bilden einen zusammenhängenden Flossensaum, kleine Kiemenspalte, kleine Augen. Der Aal (*Anguilla vulgaris*), mit Schuppen, laicht im Meere, wahrscheinlich auf tiefem Wasser, die noch durchsichtigen Jungen wandern ins Süsswasser hinauf; später gehen die Aale wieder ins Meer. Der Meeraal (*Conger vulgaris*), schuppenlos, erreicht eine bedeutende Grösse (ein paar Meter), in der Nordsee. Die Muräne (*Gymnothorax muraena*), ganz gliedmaassenlos, indem auch die Brustflossen fehlen, im Mittelmeer. — Zu einer anderen Familie schlangenförmiger Physostomen gehört der Zitteraal (*Gymnotus electricus*), in Südamerika; After dicht beim Kopfe, Afterflosse lang, keine Rücken- und Bauchflossen; die grossen elektrischen Organe längs der Bauchseite bis zur Schwanzspitze.

2. Unterordnung. **Aphysostomen** (*Aphysostomi*).

Kein Luftgang. Bauchflossen gewöhnlich weit nach vorn gerückt. Meistens sind Stachelstrahlen vorhanden (bei den sub 1—3 aufgeführten Formen nicht).

1. Die Makrelenhechte (*Scomberesocidae*). Cycloidschuppen, Rückenflosse kurz, weit hinten. Bauchflossen weit hinten. Keine Stachelstrahlen. Der Hornfisch (*Belone vulgaris*) hat Unter- und Zwischenkiefer zu einem langen, mit feinen Zähnen besetzten Schnabel verlängert, Körper sehr gestreckt, Knochen grün; in der Nord- und Ostsee. Die fliegenden Fische (*Exocoetus*) zeichnen sich durch die kolossale Entwicklung der Brustflossen aus, vermittels welcher sie eine kurze Strecke über die Oberfläche des Meeres hin fliegen können; in den wärmeren Meeren (eine Art schon im Mittelmeer).

2. Die Schellfischfamilie (*Gadidae*). Körper etwas gestreckt, mit kleinen Cycloidschuppen. In der Regel 2—3 Rückenflossen und 1—2 Afterflossen. Bauchflossen vor den Brustflossen. Keine Stachelstrahlen. Oft ein Bartfaden am Kinn. Zur Gattung *Gadus*, mit 3 Rücken-, 2 Afterflossen, gehören: der Dorsch oder Kabljau (*G. morrhua*), welcher in ungeheuren Schaaren im nordatlantischen Meer vorkommt, bis $1^1/_2$ m lang, und der Schellfisch (*G. aeglefinus*), zahlreich z. B. in der Nordsee, beide mit Bartfaden. Die Quappe (*L. vulgaris*), im Süsswasser, hat eine vordere kurze und eine lange hintere Rückenflosse (die hintere entspricht den beiden hinteren Rückenflossen von Gadus), eine Afterflosse und einen Bartfaden. — Zu einer verwandten Familie (*Ophidiidae*) gehören die Sandaale (*Ammodytes*), kleine, langgestreckte Fische ohne Kieferzähne, mit vorragendem Unterkiefer, ohne Bauchflossen, mit langer Rückenflosse und Afterflosse; an der Küste der Nord- und Ostsee. Zu derselben Familie gehört auch die Gatt. *Fierasfer*, deren Arten in den Wasserlungen der Seewalzen ihren Aufenthalt nehmen (ohne eigentlich Parasiten zu sein; sie ernähren sich von kleineren Thieren); eine verwandte Gattung, *Enchelyophis*, soll ein wirklicher Parasit sein.

3. Die Plattfische (*Pleuronectidae*). Der Körper ist eine hohe, zusammengedrückte Scheibe; beide Augen auf derselben Seite, bei einigen Arten auf der rechten, bei anderen auf der linken (bei wenigen Arten haben einige Individuen die Augen rechts, andere links); die blinde Seite ist weiss und nach unten gekehrt, die andere gefärbt; der Mund ist oft etwas asymmetrisch und zwar nach der blinden Seite zu grösser (Zwischen- und Oberkiefer dieser Seite stärker entwickelt). Rücken- und Afterflosse sehr lang, After weit vorn. Die Bauchflossen vor den Brustflossen. Keine Stachelstrahlen. — In früher Jungend sind sie vollkommen symmetrisch, die Augen sitzen jedes an seiner Seite des Kopfes, und die Thiere schwimmen mit dem Bauch nach unten; später dreht sich das eine Auge auf die andere Seite hinüber, das Thier legt sich auf die Seite etc. — In der Nord- und Ostsee leben unter anderen: die Scholle (*Pleuronectes platessa*), Augen rechts (äusserst selten links), Schuppen glatt; die Kliesche (*Pl. limanda*), Augen rechts, Schuppen rauh; der Flunder (*Pl. flesus*), mit rauhen Knochenhöckern, Augen meistens rechts, sehr oft jedoch links; letzterer kommt nicht nur im Meere, sondern auch im Süsswasser vor. Die Seezunge (*Solea vulgaris*), weniger hoch als die vorhergehenden, Augen rechts; der Heilbutt (*Hippoglossus vulgaris*), eben-

falls mit den Augen rechts, erreicht eine ansehnliche Grösse (ein paar Meter). Der Steinbutt (*Rhombus maximus*), mit Knochenwarzen, und der Glattbutt (*Rh. laevis*), mit kleinen, glatten Schuppen, beide mit den Augen auf der linken Seite.

4. Die Barschfamilie (*Percidae*). Schuppen ctenoid. Zwei Rückenflossen, welche jedoch häufig zusammenhängen, die vordere mit lauter Stachelstrahlen. Bauchflossen unterhalb der Brustflossen. Kiemendeckel mit Dornen. Hierzu der Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), der grössere, gestrecktere, mit grossen Zähnen versehene Zander (*Lucioperca sandra*), der Kaulbarsch (*Acerina cernua*), mit verschmolzenen Rückenflossen: alle drei sind Süsswasserfische (der erste auch im Brackwasser) und kommen in Deutschland vor. — Zu einer verwandten Familie gehören die vorhin (S. 406) erwähnten Kletterfische (*Anabas*).

5. Die Lippfische (*Labridae*) erinnern äusserlich an die Barsche; sie zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die unteren Schlundknochen mit einander verschmolzen sind, häufig auch durch eine wulstige Hautverdickung (Lippe) längs des Mundrandes. Zu dieser Familie, welche durch mehrere kleine Arten in der Nord- und Ostsee vertreten ist, gehören auch die Papageifische (*Scarus*), welche dadurch ausgezeichnet sind, dass der Rand und ein Theil der Vorderseite des Zwischen- und Unterkiefers mit Zähnen besetzt sind, welche mit einander und mit den theilweise entblössten Kieferknochen durch eine Knochenmasse verbunden sind, wodurch ein zusammenhängender, schneidender Rand gebildet wird; an den oberen und unteren Schlundknochen in ähnlicher Weise verkittete Mahlzähne. Die Papageifische, welche ausschliesslich den wärmeren Meeren angehören (eine Art im Mittelmeer), sollen sogar Aeste von Steinkorallen abbeissen können.

6. Das Petermännchen (*Trachinus draco*) ist ein etwas gestreckter Fisch mit kurzem Kopf und kleinen cycloiden Schuppen; zwei Rückenflossen, von welchen die hintere lang und weichstrahlig, die vordere ganz kurz und stachelstrahlig ist; Bauchflossen vor den Brustflossen. Am Kiemendeckel findet sich ein knöcherner Stachel mit zwei Giftdrüsen, welche in Rinnen an der Oberfläche desselben liegen und dicht vor dessen Spitze ausmünden; ähnliche Drüsen an den Stachelstrahlen der Rückenflossen [1]). Häufig in der Nordsee (selten in der westlichen Ostsee); wird häufig mit dem grössten Theil des Körpers in den Sand vergraben angetroffen.

7. Die Schuppenflosser (*Squamipinnes*). Stachelflosser mit sehr hohem, stark zusammengedrücktem Körper und mit prächtigen Farben; die Schuppen erstrecken sich weit auf die unpaaren Flossen hin. In den wärmeren Meeren.

8. Die Panzerwangen (*Cataphracti*). Körper in der Regel ohne gewöhnliche Schuppen, nackt oder mit grösseren Knochenplatten; einer der unterhalb des Auges liegenden Seitenlinienknochen (Suborbitalknochen) ist stark entwickelt und erstreckt sich hinten bis an das Praeoperculum (den vordersten der Kiemendeckel-Knochen). Bauchflossen unter den Brustflossen. Hierher gehören: Der Seescorpion (*Cottus scorpius*), ein grossköpfiger Fisch mit nackter Haut, mit Dornen am Kopfe, häufig in der Nord- und Ostsee; in den Süsswassern Deutschlands lebt die kleine (bis 15 cm lange) Groppe (*Cottus gobio*). Der kleine Steinpicker

---

1) Auch bei einigen anderen, tropischen, Fischen sind ähnliche Giftwerkzeuge nachgewiesen.

(*Agonus cataphractus*), mit Knochenplatten am Körper und mit zahlreichen Bartfäden, und der Knurrhahn (*Trigla gurnardus*) mit gepanzertem Kopf, kleinen Schuppen und den untersten Strahlen der Brustflossen frei, fingerartig, als förmliche Beinchen zum Kriechen verwendbar, leben ebenfalls in der Nord- und Ostsee. Beim Flughahn (*Dactylopterus volitans*) ist jede Brustflosse in zwei Theile gesondert, von welchen der eine sehr gross ist, so dass das Thier mittels desselben sich über die Meeresoberfläche erheben kann; im Uebrigen steht das Thier den beiden vorhergenannten nahe; im Mittelmeer.

9. Die Stichlingsfamilie (*Gasterosteidae*) ist der vorhergehenden Familie in Bezug auf das Verhalten der Suborbitalknochen ähnlich. Der stachelstrahlige Theil der Rückenflosse besteht aus freien Strahlen; die Bauchflossen, welche etwas hinter den Brustflossen sitzen, bestehen aus je einem langen Stachelstrahl und einem kurzen Weichstrahl. Keine Schuppen, sondern grössere Knochenplatten in der Haut. Das Männchen baut oft ein Nest. Die Stichlinge (*Gasterosteus*) sind kleine Fische, welche sowohl in Süss- als in schwach salzigem Meereswasser leben; der dreistachlige Stichling (*G. aculeatus*) mit 3, der neunstachlige Stichling (*G. pungitius*) mit ca. 9 Stachelstrahlen der Rückenflosse, beide in Deutschland. Ausschliesslich dem Meere (Nord-, Ostsee etc.) gehört der Seestichling (*Spinachia vulgaris*) an, sehr gestreckt, mit langem, dünnem Schwanz, 15 freien Stachelstrahlen.

10. Die Makrelenfamilie (*Scomberidae*). Stachelflosser. Körper gestreckt, wenig zusammengedrückt, mit kleinen Schuppen. Hinterer Theil der Rücken- und Afterflosse in eine Anzahl kleiner Stücke zerfallen. Bauchflossen unterhalb der Brustflossen. Hierzu die Makrele (*Scomber scomber*), gemein an den europäischen Küsten, und der Thunfisch (*Thynnus vulgaris*), gemein im Mittelmeer, seltener in den nördlichen Meeren. — Verwandt sind die Schiffshalter (*Echeneïs*), deren vordere Rückenflosse zu einem Saugapparat umgebildet ist, welcher sich auf den Kopf hinauf erstreckt und mit welchem das Thier sich an grösseren Fischen, Schiffen etc. anheftet. Ferner der grosse Schwertfisch (*Xiphias gladius*), dessen Oberkiefer stark schnabelförmig verlängert ist, und welcher keine Brustflossen besitzt; häufig im Mittelmeer, erscheint hin und wieder in den nördlichen Meeren, sogar in der Ostsee.

11. Die Schleimfische (*Blenniidae*). Körper in der Regel fast aalförmig, mit sehr kleinen Schuppen. Gewöhnlich eine lange Rücken- und Afterflosse [1]). Bauchflossen klein, vor den Brustflossen. Hierzu gehören: Die Aalmutter (*Zoarces viviparus*), sehr häufig in der Nord- und Ostsee, bis 40 cm lang, lebendiggebärend. Der Seewolf (*Anarrhichas lupus*), grösser, mit mächtig entwickelten, starken, kegelförmigen Zähnen vorn und Mahlzähnen mehr hinten im Munde, ohne Bauchflossen; ernährt sich von Muscheln u. Ae.; in den nördlichen Meeren (selten in der Ostsee).

12. Die Meergrundeln (*Gobius*) sind kleine Fische mit ziemlich weichen Stachelstrahlen; sie zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die Bauchflossen, welche unterhalb der Brustflossen sitzen, mit einander verschmolzen sind. — Bei dem einer anderen Familie angehörigen See-

---

1) Bei *Zoarces* und *Anarrhichas* finden sich hinten in der sonst weichen Rückenflosse einige Stachelstrahlen, bei der Gattung *Centronotus* (Butterfisch) besteht die ganze Rückenflosse aus Stachelstrahlen, bei anderen wieder sind alle Strahlen weich.

hasen (*Cyclopterus lumpus*) sind die Bauchflossen ebenfalls verwachsen und dazu noch zu einer Saugscheibe umgebildet; der Seehase (Lump) ist ein kurzer, plumper Fisch mit knöchernen Dornen in der Haut; in der Nord- und Ostsee.

13. Die Armflosser (*Pediculati*). Körper plump, nackt, Kopf oft gross, Kiemenöffnung klein; Bauchflossen vor den Brustflossen, welch letztere wie gestielt sind, indem die sonst bei den Knochenfischen kurzen Radien (die „Handwurzel“) hier verlängert sind. Der vordere Theil der Rückenflosse besteht aus einer Anzahl freier Strahlen. In den nordischen Meeren nur der grosse Seeteufel (*Lophius piscatorius*), abgeplattet, mit kolossaler Mundöffnung; die freien Rückenstrahlen verlängert, der vorderste (nebst zwei folgenden auf dem Kopfe sitzend) mit einem weichen Anhang an der Spitze.

14. Die Haftkiefer (*Plectognathi*) sind Fische von sehr verschiedenem Aussehen, welche darin mit einander übereinstimmen, dass die Ober- und Zwischenkieferbeine der gewöhnlichen Regel entgegen mit dem Schädel unbeweglich verbunden sind; Bauchflossen fehlen. Grösstentheils Thiere von sehr eigenthümlichem Gepräge, welche in den wärmeren Meeren zu Hause sind. Die Kofferfische (*Ostracion*), kurz, mit abgeplattetem Bauch, zeichnen sich dadurch aus, dass der grösste Theil des Körpers von einem dünnen Knochenpanzer umgeben ist, welcher aus polygonalen, fest verbundenen Platten zusammengesetzt ist; nur der kleine Schwanz und die Flossen sind beweglich. Die Igelfische (*Diodon*) sind mit knöchernen Dornen besetzt, welche sich aufrichten, wenn das Thier sich aufbläst; dies geschieht, indem es eine sackförmige Ausstülpung der Speiseröhre mit Luft füllt, welche durch den Mund aufgenommen wird (es liegt dann mit dem Bauch nach oben im Wasser); ihre Bezahnung erinnert an die der Papageifische. Die Klump- oder Mondfische (*Mola* oder *Orthagoriscus*) sind grosse, pelagische Fische, stark zusammengedrückt und sehr kurz (der Körper bildet eine senkrechte, kurz-ovale Scheibe), die Schwanzflosse ist ein Saum längs des Hinterrandes des Thieres, Rücken- und Afterflosse hoch; eine Art (*Mola nasus*), welche der pelagischen Fauna des Atlantischen Meeres angehört, ist einige Male im Kattegat getroffen worden.

15. Die Seenadelfamilie (*Syngnathidae*). Körper gestreckt, mit Knochenplatten bekleidet, die Schnauze in eine Röhre ausgezogen, an deren Spitze die kleine, zahnlose Mundöffnung liegt; Bauchflossen fehlen. Kiemenblättchen in ganz geringer Zahl an jedem Bogen, aber stark gefaltet; äussere Kiemenöffnung klein. Die Eier werden von den Männchen an der Unterseite von Rumpf und Schwanz umhergetragen, indem sie in einigen Fällen einfach derselben angeklebt sind, in anderen zwischen zwei Längsfalten oder in einen Sack eingeschlossen sind. Die Thiere schwimmen mittels sehr schneller, wellenförmiger Vibrationen der nicht sehr langen Rückenflosse. In den nördlichen Meeren leben verschiedene Seenadeln, Arten der Gattungen *Syngnathus*, *Nerophis* u. a., welcher letztgenannten alle Flossen mit Ausnahme der Rückenflosse fehlen. Die Seepferdchen (*Hippocampus*), mit flossenlosem Greifschwanz, nach unten gebogenem Kopfe und dornartigen Auswüchsen an Kopf und Rumpf, stehen während des Schwimmens senkrecht im Wasser; meistens in den wärmeren Meeren, eine Art im Mittelmeer häufig, kommt auch noch in der Nordsee vor.

3. Classe. **Amphibien** oder **Lurche** (*Amphibia*).

Im Gegensatz zu den Fischen ist der Kopf bei den Amphibien in der Regel ziemlich deutlich vom Rumpf abgegrenzt, wenn auch noch kein deutlich gesonderter Hals vorhanden ist; der Kopf, und gewöhnlich auch der Rumpf, ist mehr oder weniger niedergedrückt, ersterer in der Regel etwas freier beweglich. Wenn ein Schwanz vorhanden ist, so ist er gewöhnlich mehr oder weniger zusammengedrückt und kräftig entwickelt, aber bei Weitem nicht so musculös wie bei den Fischen; oben geht er ziemlich allmählich in den Rumpf über, unten ist er dagegen deutlich von diesem abgesetzt. Die Gliedmaassen stehen auf einer höheren Entwicklungsstufe als bei den Fischen; sie zerfallen in mehrere durch Gelenke gesonderte Abschnitte, der äusserste ist in Finger oder Zehen gespalten, ein Flossensaum wie bei den Fischen fehlt immer: sie sind Gehwerkzeuge geworden. In Vergleich mit den Gliedmaassen z. B. der Säugethiere sind sie allerdings, wenigstens bei der einen Hauptgruppe, noch klein und schwach.

Die Oberhaut ist beim ausgebildeten Thiere mit einer dünnen (eine oder zwei Zellen dicken) Hornschicht versehen, welche ebenso wie die mancher Reptilien periodisch als ein Ganzes abgeworfen und durch eine neue ersetzt wird (Häutung). Einzelne Stellen der Oberfläche können mit einer festeren Hornschicht versehen sein, z. B. gewisse Stellen an den Vordergliedmaassen der Frösche während der Fortpflanzungszeit. Krallen fehlen. Mit der Haut sind rundliche, sackförmige, echte Drüsen verbunden, welche über die ganze Oberfläche verbreitet ausmünden; diese Drüsen sondern meistens eine schleimige Flüssigkeit ab, welche die Haut feucht erhält. Bei einigen sind jedoch neben kleinen, schleimabsondernden Drüsen auch grössere Giftdrüsen vorhanden, welche an einigen Hautstellen dicht gehäuft sein können und dann die betreffenden Stellen hervorwölben (die „Parotiden" hinter dem Kopfe beim Landsalamander und bei den Kröten sind solche Haufen von Giftdrüsen); das Secret dieser Drüsen ist für manche Thiere gefährlich und dient somit als Wehrmittel. In die Lederhaut sind bei den meisten Gymnophionen (Schleichenlurchen) wirkliche Schuppen von derselben Art wie bei den Fischen eingeschlossen; bei einzelnen anderen können an gewissen Hautstellen auch grössere Hautknochen[1]) vorhanden sein, oder es kann sich (wie bei alten Exemplaren der gemeinen Kröte) in der Lederhaut Kalk ablagern. Ebenso wie die Fische sind nicht wenige Amphibien mit einem unpaaren Flossensaum versehen, welcher sich längs eines grösseren oder kleineren Theiles des Rückens (zuweilen vom Kopfe ab) und um die Schwanzspitze herum an der Unterseite des Schwanzes bis an den After erstreckt; er ist stets strahlenlos, gewöhnlich in der Fortpflanzungszeit am stärksten und beim Männchen stärker als beim Weibchen entwickelt; er ist übrigens nur bei einer Anzahl Schwanzlurche vorhanden, fehlt bei den übrigen Amphibien (dagegen im Larvenzustand vorhanden, vergl. unten).

---

1) Auch bei manchen ausgestorbenen Amphibien (Labyrinthodonten) waren in der Lederhaut grössere oder kleinere Knochen vorhanden.

Das Skelet ist zwar zum grösseren Theil verknöchert, ähnlich wie bei manchen Fischen sind jedoch bedeutende Knorpelpartien, besonders im Schädel, vorhanden. Bei den Kiemenlurchen und Gymnophionen sind die Wirbelkörper biconcav, vorn und hinten ausgehöhlt, und die Chorda gross; bei den übrigen ist die Chorda dagegen in der Regel rückgebildet, ihre Ueberreste sind in die Wirbelkörper eingeschlossen, welche mit einander durch Gelenke verbunden sind; bei den Schwanzlurchen sind die Wirbelkörper hinten ausgehöhlt, vorn convex (opisthocöl), bei den Froschlurchen in der Regel vorn ausgehöhlt, hinten convex (procöl). Aehnlich wie bei den Fischen, im Gegensatz aber zu den folgenden Classen, ist der zweite Rumpf-(Hals-) wirbel nicht besonders entwickelt (vergl. die Reptilien). Von den Rumpfwirbeln ist überhaupt nur der erste, an welchen der Kopf eingelenkt ist, und der letzte, der Sacralwirbel, an welchen das Becken befestigt ist, von den übrigen etwas abweichend. Die Schwanzwirbel

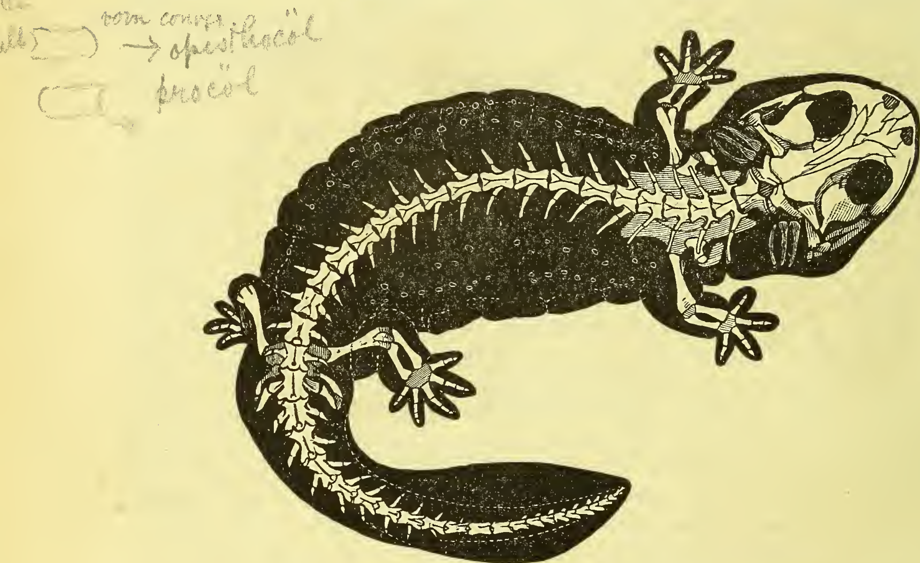


Fig. 318. Skelet eines Schwanzlurches (*Menopoma*).

sind bei den Schwanzlurchen mit unteren Bogen versehen; bei den Froschlurchen sind die im Larvenzustande zahlreichen Schwanzwirbel beim erwachsenen Thiere zu einem langen, ungegliederten Knochen, dem Steissbein (Fig. 323 *c*), verschmolzen [1]). — Die Rippen erreichen nie das Brustbein; sie waren bei gewissen ausgestorbenen Amphibien (Stegocephalen) wohl entwickelt, bei allen jetztlebenden Amphibien dagegen sind sie stark rückgebildet; am deutlichsten sind sie noch bei den Schwanzlurchen und Gymnophionen, bei denen sie als kurze Anhänge in der Regel an allen Rumpfwirbeln, mit Ausnahme des ersten, und (bei den Schwanzlurchen) zugleich an den vorderen Schwanzwirbeln,

1) Der Schwanz tritt bei diesen Thieren äusserlich nicht hervor, indem die langen Darmbeine, welche mit ihrem vorderen Ende am Sacralwirbel festgeheftet sind, sich dem Steissbein ungefähr parallel gerade nach hinten erstrecken; letzteres ist etwa von derselben Länge wie das Darmbein, so dass die Gelenkpfanne ihren Platz neben der Spitze des Steissbeins bekommt.

vorhanden sind; bei den Froschlurchen sind die Rippen rudimentär und beim erwachsenen Thiere gewöhnlich mit den langen Querfortsätzen verschmolzen. — Das Brustbein (Fig. 321—22) steht nicht in Beziehung zu den Rippen, schliesst sich dagegen eng an die untere Partie des Schultergürtels an; bei den Schwanzlurchen ist es eine kurze Knorpelplatte, in deren Vorderrand die Coracoide eingefalzt sind, bei den Froschlurchen ist es oft theilweise verknöchert und mit den genannten Knochen eng verbunden.

Das Kopfskelet schliesst sich in vielen Punkten an das der Ganoiden und Knochenfische an. Bedeutende Theile des knorpeligen Schädels bleiben das ganze Leben hindurch erhalten, grösstentheils von Deckknochen überdeckt. Es sind zwei Gelenkhöcker am Hinterhauptsbein vorhanden. Die Zwischen- und Oberkieferbeine

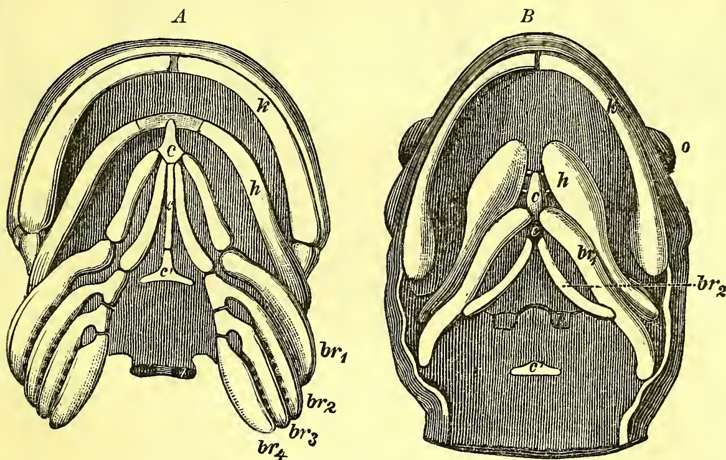


Fig. 319. Die Visceralbogen des Landsalamanders, von unten gesehen, *A* Larve, *B* erwachsenes Thier. *c* Copulae, *c'* die letzte Copula (beim erwachsenen von den übrigen abgetrennt), *k* Unterkiefer, *h* Zungenbeinbogen, br_{1-4} erster—vierter Kiemenbogen. *l* Hinterhauptsgelenkhöcker, *o* Auge. — Nach Rusconi.

sind mit dem vordersten, soliden Theil des Schädels in nähere Verbindung getreten und liegen demselben dicht an (sie sind nicht wie bei den Knochenfischen beweglich). Der obere Abschnitt des Kieferbogens, der Gaumenknorpel (Palatoquadratum), ist am hinteren Theil des Schädels festgewachsen, zuweilen (bei den Froschlurchen) ist er auch noch an seinem vorderen Ende mit dem vorderen Theil desselben verwachsen; auch er bleibt theilweise knorpelig. Bei den Larven finden sich ausser dem Kiefer- und Zungenbeinbogen gewöhnlich vier Paar knorpelige Kiemenbogen, welche bei der Metamorphose mehr oder weniger rückgebildet werden; bei den Schwanzlurchen bleiben jedoch die beiden ersten Paare erhalten. Copulae, Zungenbeinbogen und Kiemenbogen werden zusammen als Zungenbein bezeichnet.

Von den Knochen des Kopfskelets der Amphibien sind ausser den oben genannten folgende zu nennen. Im knorpeligen Schädel selbst entwickeln sich: ein Paar seitliche Hinterhauptsbeine (*Occipitalia lateralia*), welche das Hinterhauptsloch fast völlig umgeben und die Gelenkhöcker tragen; vor diesen jederseits das Felsenbein (*Petrosum*);

am vordersten Theil der Schädelhöhle eine in der Regel ringförmige Verknöcherung, das Gürtelbein. Oben wird der Schädel von folgenden Stücken bedeckt: einem Paar Nasenbeine hinter den äusseren Nasenöffnungen, einem Paar Stirnbeine und Scheitelbeine (bei den

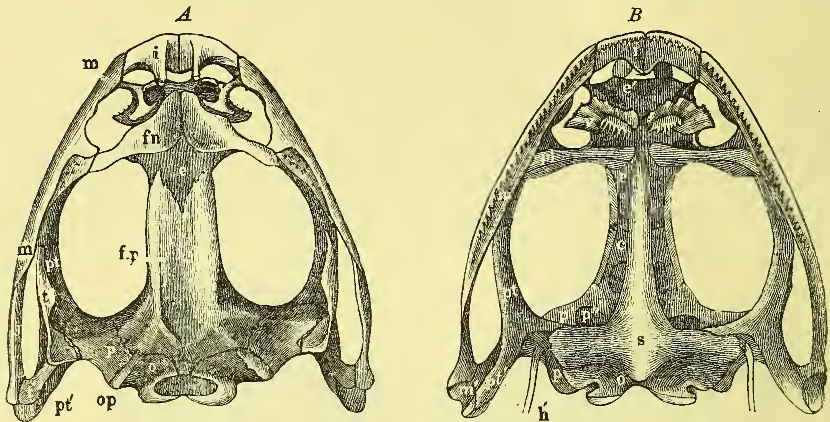


Fig. 320. Schädel eines Frosches (*Rana esculenta*) von oben (*A*) und von unten (*B*). *c* knorpelige Seitentheile des Schädels, *e* Gürtelbein, *e'* knorpelige Nasenkapsel, *fn* Nasenbein, *fp* Stirn-Scheitelbein, *h'* Zungenbeinbogen, *i* Zwischenkieferbein, *j* Jochbein, *m* Oberkieferbein, *m'* Quadratbein, *o* seitliches Hinterhauptsbein, *op* Knorpel zwischen letzterem und *p*, dem Felsenbein, *p'* vorderer Theil des Felsenbeins mit einer grossen Nervenöffnung (*p''*), *pl* Gaumen-, *pt* Flügelbein, *pt'* hinterer Theil des Flügelbeins, *s* Parasphenoid, *t*—*t'* Tympanicum, *v* Vomer. — Nach Ecker.

Froschlurchen sind Stirn- und Scheitelbein jeder Seite zu einem Knochen verschmolzen); unten findet sich ein Parasphenoid (vergl. die Fische) und vor diesem jederseits der Vomer. Im Gaumenknorpel findet sich unten, an der Verbindungsstelle mit dem Unterkiefer, eine unbedeutende Verknöcherung, das Quadratbein (*Quadratum*), und hinten wird der Knorpel seitlich von einem grossen Deckknochen, dem Tympanicum, bedeckt; nach vorn erstreckt sich das Flügelbein (*Pterygoideum*), und vor diesem findet sich bei den Froschlurchen ein querliegendes Gaumenbein, welches sich mit seinem inneren Ende an den Schädel heftet. Bei den Froschlurchen geht auch vom Quadratbein zum Oberkieferbein ein dünner Knochenstab, das Jochbein (*Jugale* oder *Quadratojugale*). Die Unterkieferäste bestehen jeder, ebenso wie bei den Fischen, aus mehreren Knochenstücken.

Der Schultergürtel wird bei den Schwanzlurchen jederseits durch eine gebogene Knorpelplatte repräsentirt, an welcher man zwei Abschnitte unterscheidet, einen oberhalb und einen unterhalb der Gelenkpfanne für den Oberarm; beide gehen aber ohne Grenze in einander über. Der obere Abschnitt, das Schulterblatt, ist schmäler als der untere, das Coracoid; letzteres legt sich theilweise über das der anderen Seite hin. Der untere Theil des Schulterblatts ist in grösserer oder geringerer Ausdehnung verknöchert, und häufig erstreckt sich die Verknöcherung auch in die Coracoid-Partie hinein; die obere und die untere Partie des Schultergürtels bleiben aber stets knorpelig (Fig. 321). — Bei den Froschlurchen (Fig. 322) ist das Coracoid von einer grossen Oeffnung durchbrochen und dadurch in ein vorderes und

hinteres Stück getheilt; letzteres verknöchert, ersteres, welches von einem Deckknochen, dem Schlüsselbein (*Clavicula*), überdeckt wird, dagegen nicht; das rechte und das linke Coracoid schieben sich entweder etwas über einander hin oder stossen in einer geraden Linie zusammen (letzteres bei den Fröschen)[1]). Das Schulterblatt zer-

Fig. 321.

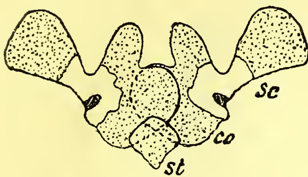


Fig. 322.

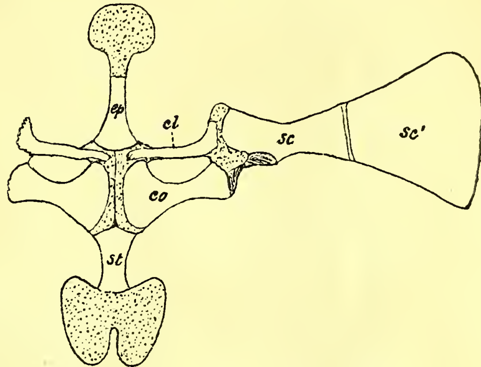


Fig. 321. Brustbein und Schultergürtel eines Landsalamanders. *st* Brustbein, *co* Coracoid, *sc* Schulterblatt.

Fig. 322. Dieselben Theile eines Frosches. *st* Brustbein, *ep* Vorderbrustbein, *co* hinterer Abschnitt des Coracoids, *sc* unterer Theil des Schulterblattes, *sc'* oberer Theil desselben, *cl* Schlüsselbein. Die knorpeligen Theile in dieser und der vorigen Figur punktirt. — Nach Ecker.

fällt bei den Froschlurchen in ein oberes und ein unteres Stück, beide (das obere allerdings nur theilweise) verknöchert. — Die Vordergliedmaassen bestehen aus denselben Hautabschnitten wie bei den höheren Wirbelthieren. Die Handwurzel weist namentlich bei den Schwanzlurchen gewöhnlich einen innigen Anschluss an das typische Verhalten auf. Bei den jetzt lebenden Amphibien sind nie mehr als 4 Finger vorhanden, deren Gliederzahl variirt. Bei den Froschlurchen sind die beiden Unterarmknochen zu einem verschmolzen.

Jede Hälfte des Beckens besteht bei den Schwanzlurchen aus einer oberen, schmäleren Partie, dem Darmbein (*Ilium*), und einer unteren, breiteren Partie, dem Scham-Sitzbein (*Ischio-pubis*), welch letzteres sich in der Mittellinie mit dem der anderen Seite verbindet; in jeder derselben bildet sich meist nur eine Verknöcherung; vorn setzt sich das Becken in einen schmalen unpaaren, an der Spitze gewöhnlich Y-förmig gespaltenen Knorpel fort (*Cartilago ypsiloïdes*). Bei den Froschlurchen sind die Darmbeine nach hinten gerichtete Knochenstäbe; das Scham-Sitzbein ist mit dem der anderen Seite zu einer zusammengedrückten, senkrechten Scheibe verschmolzen. — Die

1) Bei einigen Froschlurchen (z. B. den Fröschen) findet sich in der Mittellinie vor den Coracoiden ein besonderer, theilweise verknöcherter Knorpel, welcher fälschlich als Vorderbrustbein (*Episternum*) bezeichnet wird, obgleich er keinen Zusammenhang mit dem Brustbein besitzt und der gleichbenannte Knochen anderer Wirbelthiere ein reiner Deckknochen ist. Er ist wahrscheinlich als ein besonders entwickelter Theil der Coracoid-Partie aufzufassen.

Hintergliedmaassen schliessen sich in ihrem Bau eng an die Vordergliedmaassen an. Bei den Froschlurchen sind die beiden Unterschenkelknochen verschmolzen, und von den Knochen der Fusswurzel

Fig. 323.

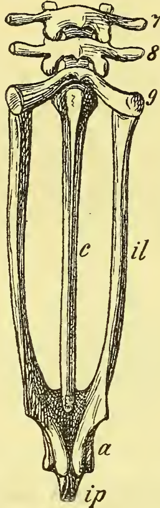


Fig. 324.

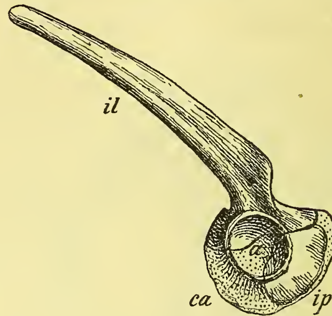


Fig. 323. Becken und letzte Wirbel eines Frosches, von oben. *a* Gelenkpfanne. *c* Steissbein, *il* Hüftbein, *ip* Scham-Sitzbein, *7—9* Wirbel (*9* Sacralwirbel). — Orig.

Fig. 324. Becken desselben von der linken Seite. *ca* Knorpel. Die übrigen Buchstaben wie in der nebenanstehenden Figur. — Orig.

sind bei denselben die beiden in der oberen Reihe (der dritte fehlt) sehr lang und kräftig. Die Hintergliedmaassen besitzen gewöhnlich je 5 Zehen.

Die Musculatur des Rumpfes und des Schwanzes schliesst sich bei den Amphibien-Larven eng an die der Fische an (sie ist in 4 Längenmuskel-Partien gesondert, welche jede durch dünne Querwände in eine

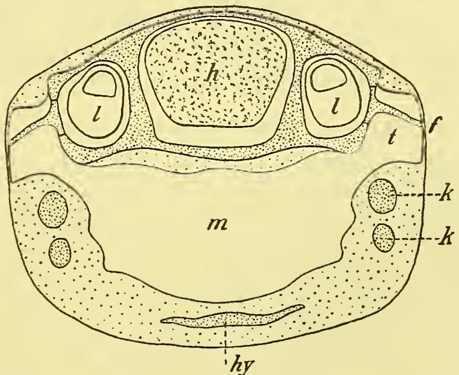


Fig. 325. Querschnitt des hinteren Theiles des Kopfes eines jungen Frosches, um die Paukenhöhle zu zeigen; schematisirt. Knorpel und Knochen dicht punktirt. *f* Trommelfell (an der Stelle, wo der Buchstabe *f* steht heftet sich der Hörknochen an das Trommelfell), *h* Gehirn, *hy* Zungenbein, *k* Gaumenknorpel, *k'* Unterkiefer, *l* häutiges Labyrinth, (ganz schematisch), *m* Mundhöhle, *t* Paukenhöhle, in welcher der Hörknochen liegt. — Orig.

Reihe von Abschnitten getheilt sind); bei den erwachsenen Schwanzlurchen sind die Verhältnisse nur wenig verändert, während sich bei den Froschlurchen grössere Umgestaltungen vollziehen. — Das Gehirn ist klein, das Hinterhirn sehr wenig entwickelt.

Die Geruchsorgane sind zwei Kanäle, welche von der Aussenseite des Kopfes in die Mundhöhle führen und sich hier, hinter dem

Kieferrande, öffnen; die äusseren Nasenlöcher können geschlossen und geöffnet werden. — Von den Augenlidern ist nur das untere beweglich; es ist oft halb durchsichtig, nickhautartig. Augenlider fehlen bei den Larven, bei den Kiemenlurchen und den mit rudimentären Augen versehenen Gymnophionen. Thränendrüsen fehlen, dagegen ist eine Harder'sche Drüse vorhanden. Bei den erwachsenen Amphibien findet sich ein Thränenkanal. — Gehörwerkzeuge. Bei den meisten Froschlurchen besteht ein kurzer, weiter Kanal, die Paukenhöhle, welcher vom hinteren Theil der Mundhöhle hinter dem ersten Visceralbogen gegen die Oberfläche des Kopfes hin verläuft; er öffnet sich an der Oberfläche nicht, sondern ist aussen von einer dünnen Haut, dem Trommelfell, geschlossen. Dieser Kanal zieht an demjenigen Theil des Schädels vorüber, in welchem das häutige Labyrinth eingeschlossen liegt; in der Knochenkapsel des letzteren ist an der betreffenden Stelle eine Oeffnung, das ovale Fenster, *Fenestra ovalis* (innerhalb welcher der Vorhof liegt); diese Oeffnung ist von einer besonderen kleinen Knorpelplatte bedeckt, welche das verbreiterte Ende eines theilweise verknöcherten stabförmigen Körpers, des Hörknochens (*Columella auris*), bildet; das andere Ende des Hörknochens heftet sich an das Trommelfell (Fig. 325). Bei den übrigen Amphibien (einigen Froschlurchen, z. B. der Unke, allen Schwanzlurchen und Gymnophionen) fehlt der Kanal und damit auch das Trommelfell; das ovale Fenster und den Hörknochen besitzen sie dagegen alle.

Darmkanal. Zähne können an den Zwischen- und Oberkieferknochen, am Unterkiefer, am Vomer und an den Flügelbeinen (ausnahmsweise auch am Parasphenoid) vorhanden sein; sie sind bei den jetztlebenden Amphibien immer klein und von einfacher Form. — Die Zunge ist besser als bei den Fischen entwickelt; sie ist mit ihrer Unterseite an der unteren Wand der Mundhöhle festgeheftet, aber derartig, dass die Ränder frei sind; für die Froschlurche ist es charakteristisch, dass der hintere freie, zuweilen zweilappige Rand besonders stark entwickelt ist, während der Vorderrand undeutlich ist, so dass diese Thiere eine vorn angeheftete Zunge haben, deren hinterer Theil aus dem Munde herausgeklappt werden kann. Bei gewissen Schwanzlurchen kann die Zunge auf einer Art Schaft, welcher von ihrer Unterseite entspringt, vorgestreckt werden. Die Zunge fehlt bei der Pipa und einer verwandten Gattung. — Die Speiseröhre ist kurz und weit, der Darm kurz.

Die Athmungsorgane der Amphibien sind theils Kiemen, theils Lungen; wir betrachten zunächst die ersteren.

Bei den Larven der Schwanzlurche finden sich auf jeder Seite vier Kiemenspalten, die erste zwischen dem Zungenbeinbogen und dem 1. Kiemenbogen, die letzte zwischen dem 3. und 4. Kiemenbogen; jeder Kiemenbogen trägt an seinem äusseren Rand eine dünne, häutige Platte, und vom Zungenbeinbogen entspringt eine dicke Hautfalte — dem Kiemendeckel der Fische entsprechend, aber ohne feste Theile —, welche sich über die genannten Platten hinlegt. Die Platten entsprechen den Coulissen zwischen den Kiemenspalten bei den Fischen, tragen aber keine Kiemenblätter, sondern am oberen Ende jedes der drei ersten Kiemenbogen sitzt eine vom Kiemendeckel nicht überdeckte Kieme, welche aus einem Stamm und zwei Reihen von Blättchen besteht (Fig. 326). Diese Kiemen bleiben bei den Kiemenlurchen zeitlebens bestehen; sie sind bei diesen etwas complicirter

(verästelt). Aehnliche Kiemen besitzen auch die Embryonen einiger Gymnophionen[1]) (vergl. Fig. 331). — Auch die Larven der Froschlurche sind eine kurze Zeit nach der Geburt mit drei ähnlichen äusseren Kiemen auf jeder Seite wie die Larven der Schwanzlurche versehen; bald werden aber diese Kiemen von den Kiemendeckeln

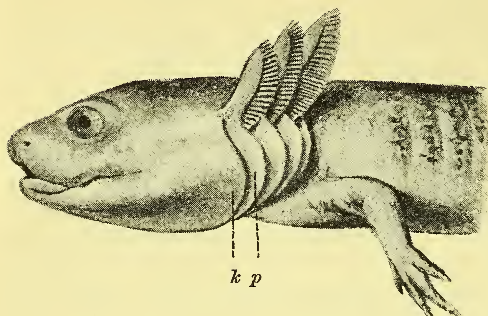


Fig. 326. Kopf etc. einer Schwanzlurch-Larve, schematisirt (man sieht in der Figur mehr von den dünnen Platten als in der Wirklichkeit etc.) *k* Kiemendeckel, *p* dünne Platte am ersten Kiemenbogen. — Orig.

überdeckt, welche sich mächtig entwickeln, die Kiemen und Kiemenöffnungen überwachsen und hinter denselben mit der Körperoberfläche verwachsen, so dass eine grosse Kiemenhöhle[2]) entsteht, welche nur durch eine einzige, in der Regel auf der linken Seite befindliche Oeffnung[3]) mit der Aussenwelt in Verbindung steht. Die in diese Höhle eingeschlossenen Kiemen bilden sich zurück, an ihrer Stelle entwickelt sich aber am Aussenrande aller vier Kiemenbogen eine grosse Anzahl verästelter, sogenannter innerer Kiemen, welche eigenthümliche, den Froschlurch-Larven allein zukommende Gebilde sind. — Bei den mit äusseren Kiemen versehenen Formen findet sich gewöhnlich am Innenrande der Kiemenbogen ein ähnlicher unvollkommener Seihapparat wie bei Selachiern etc., an jedem Bogen durch eine oder zwei (am 1. und 4. Kiemenbogen eine, an den beiden anderen je zwei)

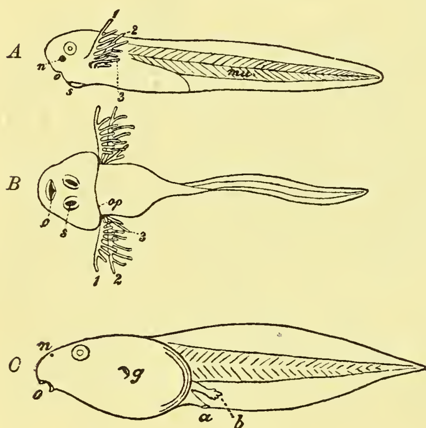


Fig. 327. *A* Junge Froschlarve von der Seite, *B* ähnliche (ein wenig ältere) von der Bauchseite; *C* ältere Larve, mit inneren Kiemen. *1*, *2*, *3* die drei äusseren Kiemen, *a* After, *b* Hintergliedmaasse, *g* Kiemenöffnung, *mu* Muskeln des Schwanzes, *n* Nasenloch, *o* Mund, *op* Kiemendeckel, *s* Haftorgan. — *C* Orig., *A* und *B* mit Benutzung von Figuren von Ecker.

---

1) Bei anderen Embryonen dieser Abtheilung hat man statt derartiger Kiemen eine gefässreiche Platte an jeder Seite gefunden.

2) Die beiden Kiemendeckel gehen auf der Bauchseite in einander über (Fig. 327 *B*); indem sie nach hinten auswachsen, überdecken sie also einen zusammenhängenden Raum.

3) Bei der Pipa und einer verwandten Gattung finden sich zwei Oeffnungen, eine auf jeder Seite.

Reihen kurzer Fortsätze repräsentirt, welche zwischen die entsprechenden der angrenzenden Kiemenbogen eingreifen. Bei den mit inneren Kiemen versehenen Larven der Froschlurche ist dieser Seihapparat zu einem hohen Grade von Vollkommenheit entwickelt, so dass er im Stande ist, alle, selbst sehr feine, feste Theile von der Kiemenhöhle und den zahlreichen in derselben eingeschlossenen zarten, dünnhäutigen Kiemenbüscheln fernzuhalten. — Ueber die Gefässe der Kiemen vergl. unten.

Die bei allen Amphibien vorhandenen Lungen sind zwei sackförmige Organe, welche bei einigen (z. B. den Wassersalamandern, dem Olm) ganz einfach, bei anderen (Landsalamander, Froschlurchen) mit kurzen, dicht mit einander verbundenen Ausstülpungen (Fig. 345 *A*) versehen sind. Bei den Gymnophionen ist die rechte Lunge weit kürzer als die linke. Die fast immer sehr kurze Luftröhre öffnet sich mit einer Längsspalte hinten in die Mundhöhle; sie ist von mehreren Knorpelstücken gestützt und enthält bei den Froschlurchen Stimmbänder, welche dagegen bei den übrigen fehlen. — Die Luftaufnahme findet in der Weise statt, dass das Thier bei geschlossener Mundöffnung die weiche Partie zwischen den Unterkieferästen senkt und durch die geöffneten Nasenlöcher Luft in die Mundhöhle einsaugt; darauf werden die Nasenlöcher geschlossen und die untere Wand der Mundhöhle wieder gehoben, wodurch die Luft in die Luftröhre hineingepresst wird. Die Luft wird aus den Lungen ausgestossen, indem die Leibeswand sich zusammenzieht und auf die elastischen Lungenwände drückt.

Der Laut, den die Froschlurche durch die oben genannten Stimmbänder erzeugen, indem dieselben durch die ausgepresste Luft in Schwingungen versetzt werden, wird bei den Männchen mancher Arten durch Ausstülpungen des hinteren Theiles des Mundhöhlenbodens verstärkt, welche, wenn das Thier seine Stimme gebrauchen will, zu dünnwandigen Säcken von oft ansehnlicher Grösse aufgeblasen werden. Es ist ein Paar solcher Schallblasen vorhanden; bei einigen (z. B. beim Laubfrosch) verschmelzen dieselben aber zu einer einzigen unpaaren Schallblase, welche jedoch durch zwei Oeffnungen mit der Mundhöhle in Verbindung steht. — Obgleich bei den Schwanzlurchen keine Stimmbänder entwickelt sind, können auch sie einen Laut erzeugen.

Das Herz (Fig. 284) ist gegenüber dem der Fische dadurch ausgezeichnet, dass der Vorhof durch eine dünne Scheidewand in zwei, einen rechten und einen linken, getheilt ist, von welchen der letztere kleiner ist und das Blut aus den Lungen empfängt, während der rechte das Blut der übrigen Venen aufnimmt. Oft ist die Scheidewand von kleineren oder grösseren Oeffnungen durchbrochen, also unvollständig. Die Herzkammer ist stets ungetheilt, zeigt nicht einmal eine Andeutung einer Theilung; sie besitzt ebenso wie die der Fische dicke, spongiöse Wände, deren kleine Höhlungen in den Centralhohlraum einmünden; an der Grenze des Vorhofes ist ein Paar Klappen vorhanden. Der Herzkegel, welcher von der Herzkammer vorn rechts entspringt, ist eine gewöhnlich wohlentwickelte Röhre, welche etwas spiralig gewunden ist; er enthält an jedem Ende eine Querreihe von Klappen und ist ausserdem mit einer Längsfalte versehen, welche mit einer der Klappen der vorderen Reihe zusammenhängt und in den Hohlraum des Herzkegels stark vorspringt (über ihre Bedeutung vergl. unten).

Bei den Larven der Amphibien verhält sich das vom Herzen entspringende Arteriensystem ähnlich wie bei den Fischen: es geht zu jedem kiementragenden Kiemenbogen eine zuführende Kiemenarterie und von jedem derselben eine abführende; die ersteren entspringen von dem bei den Amphibien sehr kurzen Arterienstamm; die letzteren bilden durch ihre Vereinigung die Aorta. Bei den Larven der Schwanzlurche verläuft am kiemenlosen letzten Kiemenbogen ein einfacher Arterienbogen; von diesem — bei den Larven der Froschlurche von der letzten abführenden Kiemenarterie — entspringt die Lungenarterie; von der ersten abführenden Kiemenarterie entspringen Arterien, welche zum Kopf gehen (Carotiden).

Bei der Metamorphose gehen die Kiemengefässe zu Grunde, und die zu- und abführenden Kiemenarterien vereinigen sich [1]) zu einfachen

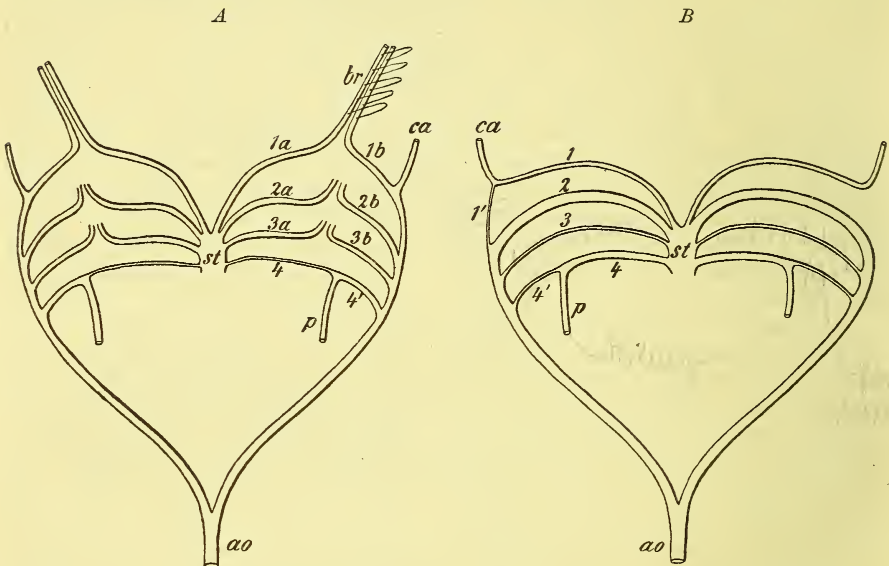


Fig. 328. Arterienbogen der Schwanzlurche, schematisch. *A* Larve, *B* erwachsenes Thier. *ao* Aorta, *br* Kieme (abgeschnitten, am zweiten und dritten Bogen fortgelassen), *ca* Carotis, *p* Lungenarterie, *st* Arterienstamm; *1—1'* erster, *2* zweiter, *3* dritter, *4—4'* vierter Arterienbogen; *1a—3a* erste—dritte zuführende Kiemenarterie; *1b—3b* erste—dritte abführende Kiemenarterie. — Orig.

Arterienbogen, welche — wie vorher die abführenden Kiemenarterien — durch ihre Vereinigung die Aorta bilden. Der erste von ihnen verliert aber gewöhnlich die Verbindung mit den übrigen und versorgt nur den Kopf mit Blut; auch der vierte verliert manchmal die Verbindung mit den anderen und setzt sich nur in die Lungenarterien fort; und der dritte Arterienbogen geht bei manchen völlig zu Grunde. Im letzteren Fall wird die Aorta — wenn gleichzeitig der erste und vierte Bogen keine Verbindung mit derselben besitzen — allein von dem zweiten Arterienbogen gebildet, welcher stets stärker als die

1) Bei den Larven der Schwanzlurche ist die zu- und die abführende Kiemenarterie an der Basis der Kieme durch ein dünnes Gefäss (Anastomose) verbunden, welches sich bei der Verwandlung erweitert.

übrigen ist. Die Aorta wird somit bei den Amphibien bald nur von einem Paar Arterienbogen, bald von mehreren gebildet. (Die Gymnophionen schliessen sich im erwachsenen Zustande eng an die übrigen an; das Gefässsystem der Larven ist bis jetzt unbekannt.)

Bei den Schwanzlurch-Larven ist derjenige Theil (*4*, Fig. 328 *A*) des 4. Arterienbogens, welcher zwischen dem Arterienstamm und der Ursprungsstelle der Lungenarterien liegt, sehr dünn, viel dünner als die Lungenarterie, während der übrige Theil (*4'*) desselben Arterienbogens ebenso weit ist wie letztere: die Lungenarterie erhält bei der Larve offenbar ihre überwiegende Blutmasse aus dem durch die Vereinigung der drei abführenden Kiemenarterien gebildete Gefäss, also arterielles Blut. Beim ausgebildeten Thier verhalten sich die Dimensionen der genannten Abschnitte des 4. Arterienbogens gerade umgekehrt (Fig. 328, *B*).

Bei den Larven der Amphibien entspricht der Kreislauf wesentlich demjenigen der Fische. Bei den Erwachsenen wird trotz der einfachen Herzkammer dennoch eine gewisse Sonderung der arteriellen Blutes aus der Lunge und des venösen Blutes erreicht; die Verhältnisse sind jedoch zu complicirt, als dass wir näher auf dieselben eingehen könnten. Es muss die Bemerkung genügen, dass namentlich mittels der Spiralfalte des Herzkegels erreicht wird, dass das arterielle Blut des linken Vorhofs fast allein in die beiden ersten Arterienbogen-Paare strömt, während das venöse Blut des rechten Vorhofs theils in dieselben Arterienbogen, theils in das 3. und 4. Paar gelangt; vom 4. Paar gehen, wie vorhin erwähnt, die Lungenarterien aus, welche somit venöses Blut erhalten, während das Blut der Körperarterien ein „gemischtes" ist.

Vom 4. Arterienbogen gehen grössere oder kleinere Aeste an die Haut, namentlich ist bei den Froschlurchen eine solche sehr grosse Hautarterie vorhanden, welche dem Angeführten zu Folge venöses Blut empfängt; die Haut hat bei diesen Thieren in der That eine grosse Bedeutung für die Respiration. Das in der Haut oxydirte Blut mischt sich übrigens mit dem Blut der anderen Venen und geht zum rechten Vorhof. — Im Ganzen ist, wie man sieht, die Sonderung der beiden Blutarten bei den Amphibien eine sehr unvollständige.

Die Harnleiter münden in die Kloake, welche eine ventrale Ausstülpung besitzt, die als Harnblase fungirt. Letztere, welche oft in zwei Zipfel ausgezogen ist, steht nicht mit den Harnleitern in unmittelbarer Verbindung, sondern diese münden getrennt von ihr in die Kloake.

Die Eierstöcke sind nach der Jahreszeit von sehr verschiedener Grösse; in der Fortpflanzungszeit haben sie einen ansehnlichen Umfang. Die Müller'schen Gänge sind lange gewundene Schläuche, welche in der Fortpflanzungszeit wegen der stärkeren Entwicklung der in ihrer Wand gelegenen Eiweissdrüsen am dicksten sind; sie öffnen sich ganz vorn, weit von den Eierstöcken entfernt, mit einem Trichter in die Bauchhöhle; die abgelösten Eier werden durch die Bewegung von Wimperhaaren, mit denen ein Theil des die Bauchhöhle auskleidenden Epithels ausgestattet ist, den Trichtern zugeführt. Mit dem anderen Ende münden die Gänge, gewöhnlich getrennt, in die Kloake. Bei den Froschlurchen ist der hinterste Theil der Eileiter blasenförmig angeschwollen und in der Laichzeit mit Eiern angefüllt. — Die Hoden (Fig. 288) stehen durch feine Kanäle in Zusammenhang mit den Harnkanälchen des vorderen Theiles der Niere, welcher bei den Schwanzlurchen schmäler als der hintere ist, und der Samen nimmt somit denselben Weg wie der Harn; übrigens ist der Ausführungsgang des vorderen

Theiles der Niere in manchen Fällen fast ganz von den Ausführungsgängen der übrigen Niere getrennt und vereinigt sich mit letzteren erst dicht vor der gemeinsamen Einmündung in die Kloake. Bei den Männchen ist an jeder Seite ein rudimentärer Müller'scher Gang vorhanden.

Eine eigentliche Begattung findet nur bei den Gymnophionen statt; die lange umgestülpte Kloake des Männchens fungirt als Begattungswerkzeug. — Bei den Froschlurchen umklammert das Männchen das laichende Weibchen mit den Vordergliedmaassen, und während die Eier die weibliche Kloakenöffnung verlassen, spritzt das Männchen den Samen über dieselben aus; die Befruchtung der Eier findet also im Wasser statt. Die Vorderbeine des Männchens sind kräftiger als die des Weibchens und bei manchen Formen in der Laichzeit mit rauhen, verhornten Schwielen an der Hand versehen, damit sie besser festhalten können. Bei den Schwanzlurchen lässt das Männchen Spermatophoren auf den Boden des Wassers fallen; jede Spermatophore besteht aus einem Samenklumpen, welcher mit einer grösseren, verschieden geformten Gallertmasse verklebt ist. Nachher bewegt das Weibchen sich über die Spermatophoren hin, welche an der Kloakenöffnung hängen bleiben; die Samenmasse wird in die Kloake aufgenommen, wo die Spermatozoen in kleine, als Samentaschen fungirende Schläuche in der Kloakenwand eindringen. Hier findet somit die Befruchtung im mütterlichen Körper statt.

Wie schon vorhin erwähnt, findet sich bei den Kröten (*Bufo*) am Vorderende der Hoden ein Körperchen, welches ganz wie ein unreifer Eierstock gebaut ist. Bei den Weibchen derselben Gattung ist übrigens ein entsprechender Theil des Eierstockes ähnlich entwickelt; dieser Theil ist besonders bei jungen Weibchen deutlich, bildet sich später zurück.

An den Geschlechtsdrüsen, oft mit diesen eng verbunden, findet sich bei den Amphibien ein Paar sehr fetthaltige, oft sehr augenfällige (gelbe), bei den Froschlurchen fingerförmig gelappte Körper, die sogenannten Fettkörper, welche durch Umbildung eines Stückes der Eierstöcke resp. Hoden entstanden sind.

Die Eier werden in der Regel ins Wasser (Süsswasser) abgelegt und sind bei der Ablage von je einer dünnen Eiweissschicht umgeben, welche im Wasser zu einer dicken Gallertkapsel anschwillt. Sie werden entweder einzeln (seltener), oder in Reihen, Schnüren, Klumpen abgelegt. Sie variiren in Grösse von ein paar bis etwa 10 mm im Durchmesser. Die Furchung ist in der Regel total, die Furchungszellen sind aber an einem Pol grösser (vergl. S. 49—50 und Fig. 34); die grösseren Amphibien-Eier unterliegen jedoch einer partiellen Furchung. Selten gelangt das Ei, wie bei Landsalamander, im Eileiter zur Entwicklung. Eine Ei- oder Brutpflege findet man bei verschiedenen Amphibien: Pipa, Geburtshelferkröte, Coecilia etc.; vergl. unten.

Für die Amphibien ganz besonders charakteristisch ist die Metamorphose, welche sie fast alle durchlaufen. Die Larven sind, wie schon oben erwähnt, mit wohlentwickelten Kiemen versehen, und der Kreislauf und die Anordnung des Gefässsystems entsprechen fast ganz den Verhältnissen der Fische; sie besitzen schon Lungen, welche aber noch nicht als Athmungsorgane fungiren. Bei der Metamorphose findet nun die bedeutungsvolle Umänderung im Baue und in den Lebensverhältnissen des Thieres statt, dass die Kiemen sich rückbilden und die Lungen in Thätigkeit treten, was unter Anderem grosse Umbildungen

des Gefässsystems nach sich zieht (vergl. S. 434). Die Unterschiede zwischen der Larve und dem ausgebildeten Thiere beschränken sich aber nicht hierauf; auch in mehreren anderen Beziehungen weicht die Larve von dem Erwachsenen ab und nähert sich den Fischen. So geht z. B. der Haut eine Hornschicht ab, und die Haut besitzt ganz ähnliche, z. Th. reihenweise geordnete Sinneshügel wie die Fische (vergl. S. 399); die Sinneshügel, welche stets frei liegen, tragen sogar ähnliche feine Röhren wie bei letzteren[1]). Augenlider fehlen stets, ein Flossensaum ist selbst bei denjenigen vorhanden, denen er später abgeht. Das Visceralskelet (S. 427) ist dem der Fische weit ähnlicher als später etc. — Die Larven sind, wenn sie die Eihaut verlassen, gewöhnlich von der ausgebildeten Larvengestalt etwas abweichend; namentlich sind die Gliedmaassen nicht vorhanden oder nur angedeutet, oft sind noch am Kopfe Haftwerkzeuge vorhanden, welche später fehlen (Fig. 327 *A—B* und 329 *A*).

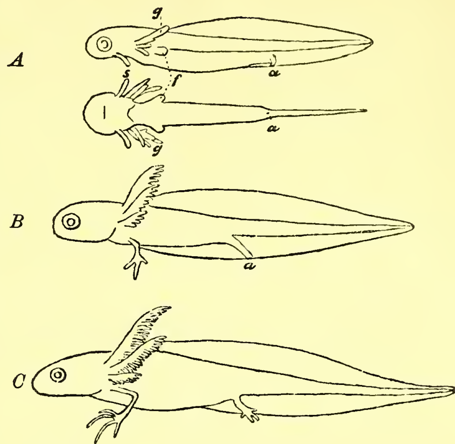


Fig. 329. Larven des grossen Wassermolchs. *A* neugeboren, von der Seite und von unten. *B* 12 Tage alt. *C* ca. 5 Wochen alt. (*A* ca. 5, *B* 3—4, *C* kaum 2 Mal vergr.) *a* After, *f* Vordergliedmaasse, *g* Kiemen, *s* Haftorgan. — Nach Rusconi.

Die Metamorphose selbst, d. h. der Uebergang aus der Larvenform in die Gestalt des ausgebildeten Thieres, vollzieht sich ziemlich plötzlich, die Umänderungen spielen sich im Laufe ziemlich kurzer Zeit ab. Die Grösse, welche die Larve vor der Metamorphose erreicht, ist sehr verschieden, oft unterscheiden sich sogar nahe verwandte Arten in dieser Beziehung auffallend (innerhalb der Gattung Rana werden die Larven des Wasserfrosches z. B. sehr gross, die der Grasfrösche dagegen bleiben ziemlich klein); das Wachsthum ist übrigens in der Regel mit der Metamorphose weitaus nicht abgeschlossen (wie bei den Insekten), sondern dauert noch lange Zeit fort[2]). — Bei einigen Schwanzlurchen, nämlich bei gewissen Wassermolchen, hat man beobachtet, dass die Larve zuweilen über ihre gewöhnliche Grösse hinaus wächst und in der Larvengestalt geschlechtsreif wird (ob solche Exemplare sich später verwandeln, ist unbekannt). Dasselbe geschieht gewöhnlich mit der Larve eines mexikanischen Salamanders, dem Axolotl (*Siredon mexicanus*), wenigstens bei denjenigen Exemplaren, welche in Gefangenschaft gehalten werden: sie wird in der Regel in der Larvengestalt geschlechtsreif und verwandelt sich nachher nicht; nur ausnahmsweise findet eine Metamorphose, und dann vor der Geschlechtsreife, statt. Endlich giebt es eine Anzahl Schwanzlurche, die Kiemenmolche (Gatt. *Proteus* u. a.), welche stets auf der Larvenstufe verharren,

1) Die Sinneshügel finden sich jedoch auch bei den im Wasser lebenden erwachsenen Schwanzlurchen, entbehren aber hier stets der feinen Röhre.

2) Eine kolossale Grösse erreichen die Larven eines südamerikanischen Frosches (*Pseudis paradoxa*).

nie eine Metamorphose durchlaufen. Diese Formen verhalten sich in ihrem Baue in allem Wesentlichen wie Larven, mit alleiniger Ausnahme der Entwicklung der Geschlechtsorgane; in einzelnen Punkten treten jedoch bei einigen derselben Rückbildungen ein, so sind z. B. beim Olm die Lungen im Verhältniss zur Grösse des Thieres sehr schwach entwickelt (sie sind ebensowenig wie die Lungen der Larven von respiratorischer Bedeutung). Diese Rückbildungen sind theilweise von derartiger Beschaffenheit, dass wir mit Sicherheit behaupten können, dass die betreffenden Formen nicht mehr im Stande sind sich zu metamorphosiren[1]).

Bei ein paar Gattungen von Schwanzlurchen, *Menopoma* und *Amphiuma*, schwinden zwar die Kiemen, die Kiemenöffnungen bleiben aber bestehen, und die Thiere verharren überhaupt in mehreren Beziehungen auf dem Larvenstadium oder richtiger auf einer Uebergangsstufe.

Die jetzt lebenden Amphibien halten sich alle im Süsswasser oder auf dem Lande auf; es sind fast immer kleine oder mittelgrosse Formen, welche sich von Insekten und anderen Thierchen ernähren. In früheren Perioden waren die Amphibien z. Th. durch ansehnlichere Formen vertreten (vergl. unten). In Bezug auf die geographische Verbreitung der Amphibien ist die Merkwürdigkeit hervorzuheben, dass die Schwanzlurche fast ausschliesslich den gemässigten Theilen der nördlichen Halbkugel angehören.

1. Ordnung. **Schwanzlurche** (*Urodela*).

Schwanz wohl entwickelt. Vorder- und Hindergliedmaassen ungefähr gleich entwickelt, schwach. Larven mit drei äusseren Kiemen auf jeder Seite.

1. Die Wassersalamander oder Wassermolche (*Triton*) haben einen zusammengedrückten Schwanz, und auf der Rückenseite des Rumpfes und oben und unten am Schwanze ist ein Flossensaum vorhanden, welcher in der Fortpflanzungszeit am stärksten entwickelt ist (am grössten beim Männchen). In der Laichzeit leben sie im Wasser, ausserhalb derselben auf dem Lande (das Männchen jedoch häufig im Wasser); die Eier werden (im Frühling) einzeln oder in kurzen Reihen an Wasserpflanzen abgelegt. Die soeben aus dem Ei geschlüpfte Larve (Fig. 329 *A*) besitzt hinten am Kopfe ein Paar stielartiger Fortsätze, mittels welcher sie sich an Pflanzen anheftet; von den Gliedmaassen sind nur warzenförmige Anlagen der Vorderbeine vorhanden. Allmählich entwickeln sich die Gliedmaassen, die vorderen zuerst; die Haftwerkzeuge verschwinden bald. Das Larvenleben dauert gewöhnlich einige Monate. In Deutschland leben: der grosse Wassermolch (*T. cristatus*) mit mehr körniger Haut, der kleine W. (*T. taeniatus*), die gemeinste Art, der Feuermolch (*T. alpestris*), besonders in Gebirgsgegenden häufig, der Leistenmolch (*T. helveticus*) mit fadenförmiger Schwanzspitze, selten; die drei letzten sind ungefähr von gleicher Grösse, ersterer bedeutend grösser.

2. Der Landsalamander (*Salamandra maculosa*) ist ein Thier

1) Es fehlt z. B. bei Proteus derjenige Theil des 4. Arterienbogens, welcher zwischen dem Arterienstamm und der Ursprungsstelle der Lungenarterie liegt; dieser Theil ist aber für die Lungenarterie eines erwachsenen Amphibiums unentbehrlich.

von ansehnlicher Grösse (bis 18 cm), sammetschwarz mit grossen unregelmässigen gelben Flecken, ohne jede Spur von Flossensaum, Schwanz abgerundet. In Mittel- und Süd-Europa. Gebärt lebendige Junge (von ganz anderer Färbung), welche bei der Geburt mit Kiemen, beiden Beinpaaren und Flossensaum versehen sind; sie werden im Wasser geboren, worin man den L. sonst nie antrifft. Es ist von Interesse, dass die Larve, während sie noch im Eileiter lebt, mit weit längeren Kiemenblättern als später versehen ist. — Der schwarze Alpensalamander (*S. atra*), dem soeben erwähnten nahe verwandt, ganz schwarz, lebt in den Alpen. Gebärt ebenfalls lebendige Junge, auf einmal immer nur zwei (S. maculosa gebärt eine grössere Anzahl), eins für jeden Eileiter. Im Eileiter befinden sich mit demjenigen Ei zusammen, aus welchem diese Jungen sich entwickeln, mehrere andere Eier, welche aber nicht zur Entwicklung gelangen, sondern zusammenfliessen und der jungen Larve als Nahrung dienen; letztere ist mit ausserordentlich grossen Kiemen versehen, welche einen grossen Theil des Thieres umgeben, vor der Geburt aber sich rückbilden, so dass die Metamorphose sich im Mutterleibe vollzieht; der Alpensalamander gebärt seine Jungen auf trockenem Lande, und letztere führen überhaupt kein Wasserleben.

3. Der Axolotl (*Siredon mexicanus*) zeichnet sich, wie vorhin erwähnt, dadurch aus, dass er (jedenfalls in Gefangenschaft) sich gewöhnlich nicht metamorphosirt, sondern in der Larvengestalt geschlechtsreif wird. Die metamorphosirte Form (*Amblystoma mexicanum*) ist einem Landsalamander ähnlich, die Larve (welche den Namen Siredon erhalten hat, als man noch mit der Metamorphose unbekannt war) sieht aus wie eine kolossale Salamander-Larve. Der Axolotl, welcher in Mexico einheimisch ist, ist eierlegend; die neugeborenen Jungen sind Triton-Larven derselben Stufe ganz ähnlich.

4. Unter dem Namen Kiemenmolche (*Perennibranchiata*) fasst man die oben (S. 437) genannten Schwanzlurche zusammen, welche stets die Kiemen und andere Larvencharaktere das ganze Leben hindurch behalten. Hierzu gehört der blinde (mit rudimentären Augen versehene), blasse, sehr langgestreckte Olm (*Proteus anguineus*) mit 3 Zehen an den Vorder-, 3 an den Hintergliedmaassen; in Höhlenseen Oesterreichs. Ferner die Gatt. *Menobranchus*, weniger gestreckt, mit 4 Zehen an allen Gliedmaassen, und *Siren lacertina* mit Hornkiefern, aalförmig, ohne Hintergliedmaassen (letztere Art bis 1 m lang), beide in Nordamerika. — Die Gattungen *Menopoma* und *Amphiuma* (letztere aalförmig, mit 4 sehr kleinen Gliedmaassen mit je 2—3 Zehen) verlieren, wie schon vorhin erwähnt, die Kiemen, behalten aber die Kiemenspalten und mehrere andere Larvencharaktere. Mit Menopoma nahe verwandt ist der 1—2 m lange japanische Riesensalamander (*Cryptobranchus japonicus*), dessen Kiemenöffnungen sich schliessen.

Mit den jetztlebenden Schwanzlurchen verwandt sind die **Stegocephalen** (Urlurche), eine grosse Abtheilung von Lurchen, welche in der Kohlen-, Perm- und Triasformation lebten und von welchen einige durch sehr bedeutende Grösse ausgezeichnet waren (man kennt Schädel derselben von anderthalb Meter Länge). Das Kopfskelet ist mit einer grösseren Anzahl von Deckknochen als bei den jetztlebenden Lurchen versehen; es finden sich z. B. ein doppeltes oberes Hinterhauptsbein und mehrere andere[1]).

1) Zwischen den Scheitelbeinen ist ein oft ziemlich grosses Scheitelloch (*Foramen parietale*) vorhanden, welches auf das Vorhandensein eines Scheitelauges (vergl. S. 365) hinweist.

Die Kopfknochen sind oft aussen grubig, was darauf hindeutet, dass sie dicht unterhalb der Oberfläche, nur von einer dünnen Hautschicht bedeckt, lagen; zuweilen finden sich Furchen am Kopfe, welche an die Furchen am Kopfe mancher Fische, in denen die Aeste der Seitenlinien liegen, erinnern[1]). Wie bei den jetztlebenden Lurchen waren zwei Gelenkköpfe am Hinterhaupt vorhanden. Die Chorda war in bedeutender Ausdehnung erhalten; die Wirbel oft biconcav. Rippen zuweilen lang[2]). Einige Stegocephalen besassen 5 Zehen an den Vordergliedmaassen.

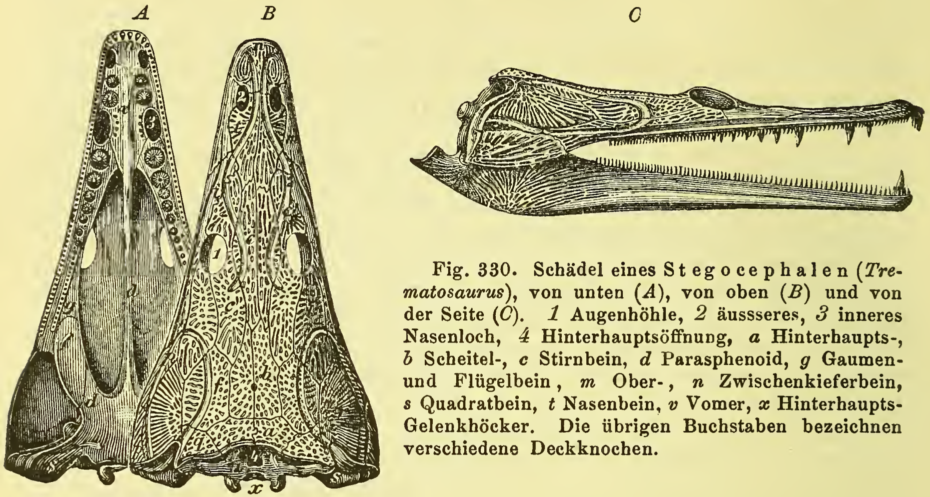


Fig. 330. Schädel eines Stegocephalen (*Trematosaurus*), von unten (*A*), von oben (*B*) und von der Seite (*C*). *1* Augenhöhle, *2* äussseres, *3* inneres Nasenloch, *4* Hinterhauptsöffnung, *a* Hinterhaupts-, *b* Scheitel-, *c* Stirnbein, *d* Parasphenoid, *g* Gaumen- und Flügelbein, *m* Ober-, *n* Zwischenkieferbein, *s* Quadratbein, *t* Nasenbein, *v* Vomer, *x* Hinterhaupts-Gelenkhöcker. Die übrigen Buchstaben bezeichnen verschiedene Deckknochen.

Die Sehnenhaut des Auges (im Gegensatz zu den jetztlebenden Amphibien) häufig mit einem Ring von Knochenplatten. In der Haut der Bauchseite (seltener auch der Rückenseite) waren knöcherne Schuppen entwickelt. Die Oberfläche der Zähne besitzt bei einem Theil der Stegocephalen tiefe, gewundene, zusammengedrückte Falten, welche namentlich am Grunde des Zahnes sich tief in die Zahnmasse hinein erstrecken und auf einem Querschnitt als gewundene Linien erscheinen; daher der Name Labyrinthodonten, mit dem man häufig diese Abtheilung bezeichnet, der aber nur auf einen Theil ihrer Mitglieder passt, indem die übrigen einfach gebaute Zähne besitzen.

2. Ordnung. **Froschlurche** (*Anura*).

Bei den Erwachsenen fehlt ein vorstehender Schwanz. Die Hintergliedmaassen, welche immer stärker sind als die Vordergliedmaassen, sind Sprung- und Schwimmbeine mit grösserer oder kleinerer Schwimmhaut zwischen den Zehen. Unterkiefer zahnlos. Larven zuerst mit äusseren, später mit inneren Kiemen.

Die jungen Larven (Fig. 327 *A*—*B*) sind gestreckte Thierchen, jederseits mit drei äusseren Kiemen versehen und am Kopfe mit einem Paar saugnapfähnlicher, klebriger Gebilde ausgestattet, vermittels welcher

---

1) Der Kopf erinnert überhaupt oft an den der Knochenganoiden.

2) Das Brustbein war knorpelig, es war aber ein ähnliches Vorderbrustbein und ähnliche Schlüsselbeine wie bei den Sauriern vorhanden.

sie sich an Pflanzen u. dergl. festhalten; Gliedmaassen fehlen. Nach wenigen Tagen werden aber die äusseren Kiemen von den grossen Kiemendeckeln überdeckt und gehen zu Grunde, und es bilden sich an allen Kiemenbogen innere Kiemen (vergl. oben S. 432). Gleichzeitig ändert sich die Form des Körpers, Kopf und Rumpf bilden jetzt einen fast kugeligen Theil, welcher von dem zusammengedrückten, kräftigen, mit grossem Flossensaum ausgestatteten Schwanz abgesetzt ist (Fig. 327 *C*); die Haftapparate verschwinden. Die Larve (Kaulquappe), welche mit Hornkiefern und einem langen, spiralig aufgerollten Darm versehen ist, ernährt sich besonders von verwesenden Pflanzentheilen, todten Thierchen, Schlamm etc.; sie schwimmt lebhaft umher. Von den sich allmählich entwickelnden Gliedmaassen liegen die vorderen während des ganzen Larvenlebens in der Kiemenhöhle versteckt; die Stellen, an welchen sie hervorwachsen, sind nämlich zusammen mit den Kiemenbogen von den Kiemendeckeln überdeckt worden. Die Vorderbeine brechen durch die äussere Wand der Kiemenhöhle hindurch; dies geschieht aber erst, wenn die Metamorphose eintritt, bei welcher der Schwanz schrumpft, die Zähne sich entwickeln (wenn das erwachsene Thier solche besitzt), der kleine Mund grösser wird etc.

1. Die Frösche (*Rana*) haben Zähne im Obermund, glatte Haut, rundliche Pupille, lange, kräftige Hinterbeine mit vollständiger Schwimmhaut zwischen den Zehen. Die Eier werden in grossen Klumpen abgelegt. In Deutschland leben folgende Arten: die Grasfrösche oder braunen Frösche, drei verschiedene, einander sehr ähnliche, früher zusammengeworfene Arten, *R. platyrrhina* (oder *fusca*), *oxyrrhina* (oder *arvalis*) und *agilis*, wovon die erste weitaus die häufigere ist, die letzte (südlichere) Art selten; sie leben wesentlich nur in der Laichzeit im Wasser, sonst meistens auf dem Lande, im Gegensatz zu dem grossen, grünen Wasserfrosch (*R. esculenta*), welcher das ganze Jahr hindurch im oder am Wasser lebt, und welcher besser als die anderen schwimmt und springt; der Wasserfrosch laicht später als die Grasfrösche, deren Fortpflanzung in den ersten Frühling fällt, und seine Larven erreichen eine weit bedeutendere Grösse.

2. Die Laubfrösche (*Hyla* u. a.) unterscheiden sich von den Fröschen dadurch, dass sie an der Spitze jeder Zehe eine (durch Adhäsion wirkende) Haftscheibe besitzen. Im grössten Theil von Europa lebt die grüne *Hyla arborea*, welche man ausserhalb der Laichzeit meistens an Bäumen findet.

3. Die Krötenfrösche (*Pelobatidae*) weichen von den Fröschen durch kürzere Hinterbeine, senkrechte Pupille und warzige Haut ab. In Deutschland leben folgende: die Unken (*Bombinator igneus* und *bombinus*), Bauchseite schwarz und gelb; die Knoblauchskröte (*Pelobates fuscus*), Hinterfüsse mit einem messerscharfen, verhornten Höcker an der Innenseite, die Larve erreicht eine noch bedeutendere Grösse als diejenige des Wasserfrosches; die Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*), deren Männchen die Eier um seine Hinterbeine wickelt und dieselben mit sich umherträgt, bis die Larven ausschlüpfen sollen, geht dann ins Wasser, und die Larven verlassen die Eihülle; letztere Art nur im westlichen Deutschland (ausserdem in Frankreich etc.).

4. Die Kröten (*Bufo*) sind zahnlos, haben kürzere Hinterbeine als die Frösche und unvollständige Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen, querliegende Pupille, warzige Haut. Die Eier werden in langen Schnüren abgelegt. In Deutschland: die Erdkröte (*B. vulgaris*), die Kreuz-

kröte (*B. calamita*) mit einem gelben Längsstreifen auf der Rückenmitte, die Wechselkröte (*B. viridis*) mit grossen, grünen Flecken auf dem Rücken.

5. Die Pipa oder Wabenkröte (*Pipa americana*) ist ein grosser, abgeplatteter Froschlurch mit kleinen Augen, zungenlos, zahnlos, mit grosser Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen. Mit Hülfe des Männchens werden die befruchteten Eier auf den Rücken des Weibchens gebracht, wo sich für jedes Ei eine kleine Höhlung bildet, in welcher das Ei sich entwickelt und die Metamorphose durchlaufen wird. Südamerika.

3. Ordnung. **Schleichenlurche** (*Gymnophiona*).

Körper gestreckt, wurmförmig, gliedmaassenlos; Schwanz rudimentär; Augen rückgebildet. Haut mit Ringfurchen an der Oberfläche, oft Knochenschuppen enthaltend.

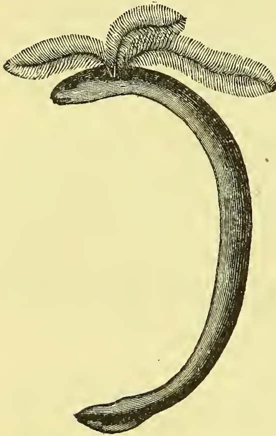


Fig. 331. Embryo von *Epicrium glutinosum*, dem Ei entnommen. — Nach Sarasin.

Die Gymnophionen (Gatt. *Coecilia* u. a.) leben in der Erde in den wärmeren Ländern; sie ernähren sich von Regenwürmern u. dergl. Die Entwicklungsgeschichte ist nur für eine einzige, in Ostindien lebende Art, *Epicrium glutinosum*, näher bekannt. Diese Form legt ihre grossen Eier in ein Erdloch ab, umschlingt den Eierklumpen mit ihrem Körper und verlässt ihn nicht eher, als bis die Jungen ausgeschlüpft sind. Der fertig ausgebildete Embryo besitzt drei Paar ähnliche Kiemen wie die Salamanderlarven, rudimentäre Hintergliedmaassen und einen kurzen, mit Flossensaum versehenen Schwanz [1]). Wenn er das Ei verlässt, verliert er die Kiemen. Das neugeborene Junge begiebt sich nach einer Wasseransammlung, in welcher es längere Zeit zubringt.

4. Classe. **Kriechthiere** (*Reptilia*).

Der Körper schliesst sich, was die äussere Form betrifft, im Allgemeinen eng an die der Schwanzlurche an, unterscheidet sich aber dadurch, dass ein etwas deutlicherer Hals vorhanden ist; der kräftige Schwanz, welcher sich ohne scharfe Grenze in den Rumpf fortsetzt, ist oft ganz rund. Die Gliedmaassen sind ebenso wie bei den Schwanzlurchen gewöhnlich in Vergleich mit denen der beiden folgenden Classen klein und schwach, Ellenbogen und Kniee nach aussen gerichtet; der Schwanz spielt in der Regel noch eine nicht geringe Rolle als Bewegungswerkzeug.

Die Haut ist mit einer festen Hornschicht versehen, welche bei den Schlangen und einigen Sauriern in gewissen Zwischenräumen

---

1) Sehr merkwürdig ist es, dass das abgelegte Ei bedeutend an Grösse zunimmt, so dass sein Durchmesser doppelt so gross wird, und der ausgebildete Embryo fast viermal so viel wie das frisch abgelegte Ei wiegt. Dies ist wahrscheinlich zum grossen Theil die Folge einer Wasseraufnahme aus der Umgebung, vielleicht saugt aber ausserdem der Embryo ein Secret aus den Hautdrüsen des Mutterthieres auf.

(mehrere Male jährlich) als ein zusammenhängendes Ganzes abgestreift wird (die Schlangen stülpen dabei die ganze „alte Haut“ um, die Saurier kriechen aus derselben aus); bei der Mehrzahl der Saurier wird die Hornschicht dagegen in grösseren Fetzen, bei den Schildkröten und Krokodilen in ganz kleinen Stücken abgelöst; sehr harte und dicke Theile der Hornschicht werden bei der Häutung nicht mit abgeworfen. Die Körperoberfläche ist mit sogenannten Schuppen bedeckt, welche aber ganz andere Gebilde sind als die Schuppen der Fische. Die Schuppen der Reptilien lassen sich als Hautwarzen charakterisiren, welche im Allgemeinen stark abgeplattet, dicht neben einander gestellt und regelmässig angeordnet sind. In den Furchen zwischen den Schuppen ist die Hornschicht dünn, an der Oberfläche der Schuppen dicker. In einigen Fällen, z. B. bei den Geckonen u. a., sind die Schuppen einfache, rundliche Warzen: Körnerschuppen. Am Kopfe mancher Reptilien, zuweilen auch an anderen Theilen des Körpers,

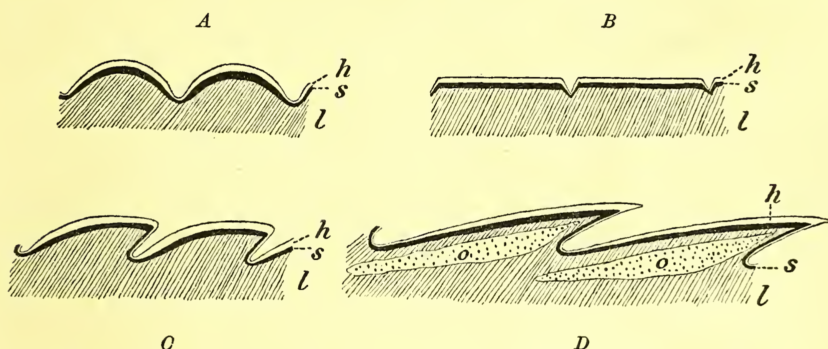


Fig. 332. Längsschnitte durch verschiedene Schuppen von Reptilien. Schemata. *A* Körnerschuppen, *B* Schilder, *C* Schindelschuppen, *D* do. mit Verknöcherungen. *h* Hornschicht, *s* Schleimschicht der Oberhaut, *l* Lederhaut, *o* Knochenplättchen. — Orig.

finden sich sogenannte Schilder, d. h. grosse, plattenförmige Schuppen, welche durch regelmässige Furchen von den benachbarten getrennt sind. Die meisten Schuppen sind aber hinten in eine Kante ausgezogen, welche den vorderen Theil der folgenden dachziegelartig überdeckt: eigentliche Schuppen oder Schindelschuppen; wenn solche, wie an der Unterseite des Rumpfes bei den Schlangen, bedeutend breiter als lang sind, bezeichnet man sie als Schienen. Nicht selten sind die Schuppen zu kürzeren oder längeren Stachelschuppen entwickelt, so bei manchen Erdleguanen, auf dem Rücken gewisser Baumleguane etc. Die Schuppen, besonders die Schindelschuppen, sind häufig längs der Mitte mit einem feinen Längskiel versehen (z. B. bei vielen Schlangen). Nicht selten finden sich Verknöcherungen in der Lederhaut; so ist z. B. in jeder Schuppe bei der Blindschleiche eine kleine, knöcherne Platte vorhanden; bei den Krokodilen finden sich ähnliche, aber grössere Platten in der Lederhaut, und bei den Schildkröten haben sich in der Haut sehr grosse Knochenplatten entwickelt, welche oft durch Nähte mit einander verbunden sind und so eine zusammenhängende Knochenkapsel um einen Theil des Thieres bilden; ihre Grenzen entsprechen übrigens bei den Schildkröten nicht den Furchen zwischen den Schildern. Hautdrüsen sind bei den

Reptilien nur spärlich entwickelt; es findet sich jedoch z. B. bei manchen Sauriern eine Reihe grösserer Drüsen am Schenkel (ihre Oeffnungen werden als Schenkelporen bezeichnet) oder vor dem After (Analporen); auch bei den Krokodilen und manchen Schildkröten sind einzelne grössere Hautdrüsen vorhanden. — Die Finger und Zehen sind im Gegensatz zu denen der Amphibien mit Krallen ausgerüstet, eigenthümlichen Horngebilden, welche dütenförmig das äusserste Zehenglied umgeben; sie nehmen nicht an den Häutungen Theil, wachsen allmählich von innen und werden gleichzeitig an der Oberfläche abgenutzt.

Das Skelet enthält beim ausgebildeten Thier nur eine geringe Menge Knorpel, besteht ganz überwiegend aus Knochengewebe. Die Chorda ist beim erwachsenen Thiere gewöhnlich ganz verschwunden; nur bei den Geckonen bleibt sie als ein zusammenhängender Strang durch die ganze Länge der Wirbelsäule hindurch bestehen[1]). Die Wirbelkörper sind im Allgemeinen durch Gelenke mit einander verbunden; sie sind in der Regel vorn concav, hinten convex (procöl); bei den Krokodilen sind knorpelige Scheiben zwischen die Wirbelkörper eingeschoben[2]). Die Wirbelsäule sondert sich in der Regel in mehr Abschnitte als bei den Lurchen: zuerst kommt eine verschiedene Anzahl Halswirbel, rippenlos oder mit kurzen Rippen; dann eine Anzahl mit längeren Rippen versehener Brustwirbel, auf welche oft einige rippenlose Lendenwirbel folgen, dann die Sacralwirbel, meistens zwei, an deren Querfortsätzen das Becken befestigt ist (seltener, besonders bei gewissen ausgestorbenen Reptilien, ist eine grössere Anzahl Sacralwirbel vorhanden); endlich eine Anzahl Schwanzwirbel[3]) (ohne Rippen). Bei den Schlangen hat jedoch das Fehlen von Gliedmaassen zur Folge, dass die genannte Sonderung wegfällt; bei ihnen tragen sämmtliche Hals- und Rumpfwirbel mit Ausnahme des allerersten ausgebildete Rippen, keine Wirbel sind als Sacralwirbel entwickelt, und man kann daher bei dieser Gruppe nur Rumpf- und Schwanzwirbel unterscheiden. Von den Halswirbeln der Reptilien sind die beiden ersten, Atlas und Epistropheus, eigenartig ausgebildet (vergl. Fig. 333). Der Körper des ersten Wirbels ist von diesem gesondert und mit dem des zweiten Wirbels verwachsen, an dessen vorderem Ende er als ein vorspringender Fortsatz sitzt; der vordere Wirbel besteht somit bloss aus dem Bogen, welcher unten durch eine Knochenplatte vervollständigt ist, so dass er ringförmig erscheint; in den unteren Theil des Ringes ragt der Fortsatz des Epistropheus hinein, während das Rückenmark durch den oberen, vom Fortsatz durch ein quer aus-

1) Bei jungen Eidechsen u. a. findet man noch in die Wirbelkörper eingeschlossen bedeutende Theile der Chorda, welche aber später verschwinden.

2) Querfortsätze sind besonders bei den Krokodilen stark entwickelt, welche an den meisten Wirbeln grosse Querfortsätze besitzen, während solche sonst am stärksten am Schwanz entwickelt sind. — Häufig (z. B. bei den Schlangen) findet sich an mehr oder weniger zahlreichen Wirbeln ein unpaariger, von der Unterseite des Wirbelkörpers entspringender Fortsatz (unterer Dornfortsatz). — Es sind deutliche Gelenkfortsätze vorhanden; bei den Schlangen und einigen Sauriern (Leguanen) entspringt ausserdem von der vordersten Seite jedes Bogens ein unpaariger, mit zwei Gelenkflächen versehener Fortsatz, welcher in eine Vertiefung am vorhergehenden Wirbel hineinpasst, wodurch die Verbindung noch mehr befestigt wird.

3) Die meisten Saurier haben die Eigenthümlichkeit, dass der Schwanz sehr leicht zerbricht, was darauf beruht, dass sich mitten in jedem Schwanzwirbelkörper eine unverkalkte Querscheibe findet. Nach dem Bruch regenerirt sich der Schwanz.

gespanntes, bindegewebiges Band getrennten Theil geht. Die Rippen der Brustwirbel zerfallen in je einen oberen, knöchernen und einen unteren, oft knorpeligen Abschnitt, welch letzterer zuweilen (z. B. bei den Krokodilen) wieder in zwei Stücke getheilt ist; von dem oberen Stück entspringt manchmal, namentlich bei den Krokodilen, ein plattenförmiger, nach hinten gerichteter Fortsatz (*Processus uncinatus*). Von den Brustrippen heften die vorderen (echte Rippen) sich bei den Sauriern und Krokodilen (und manchen ausgestorbenen Reptilien) an

Fig. 333.

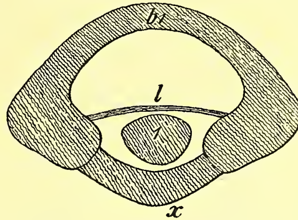


Fig. 334.

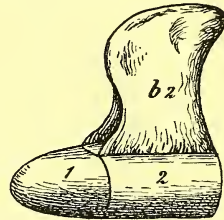


Fig. 333. Querschnitt des Atlas eines höheren Wirbelthieres. Schema. b_1 Bogen des Atlas, *1* Fortsatz des Epistropheus (= Atlas-Körper), *x* Knochenplatte, *l* Band. — Orig.

Fig. 334. Epistropheus, Schema. *1* Atlas-Körper, *2* Körper des Epistropheus, b_2 Bogen desselben. — Orig.

das Brustbein, die hinteren (unechte R.) enden frei; da bei den Schildkröten und Schlangen ein Brustbein fehlt, kommt hier ein solcher Unterschied nicht zum Vorschein. Bei den Schildkröten sind die Rippen mit Theilen des Hautskelets verwachsen. Bei den Krokodilen finden sich an allen Halswirbeln kleine Rippen, welche sich grösstentheils ebenso wie die Brustrippen mit je zwei Aesten an den Wirbel heften; auch bei den Sauriern können ähnliche vorhanden sein (jedoch nicht am Atlas). Die hinteren Halsrippen werden successiv länger, so dass ein allmählicher Uebergang von Hals- zu Brustwirbeln besteht[1]). An der Unterseite der Schwanzwirbel, zwischen je zwei Wirbeln, sind bei Sauriern und Krokodilen unpaare, gabelige, mit den Wirbeln nicht verwachsene Knochen, die V-förmigen Knochen (untere Bogen), vorhanden. — Das Brustbein (Fig. 339), welches bei Schildkröten und Schlangen fehlt, ist gewöhnlich ein kurzer, rhombischer Skelettheil, welcher sich zuweilen (z. B. bei den Krokodilen) hinten in einen ziemlich langen, schmalen Theil fortsetzt; er besteht aus Knorpel, welcher meistens Kalksalze aufnimmt. Mit dem Brustbein ist vorn ein platter, länglicher Deckknochen verbunden, das Vorderbrustbein (*Episternum*), welches das Brustbein theilweise von unten her bedeckt und an seinem vorderen Ende oft in zwei Fortsätze, einen nach jeder Seite, ausgezogen ist.

Der Schädel, welcher grösstentheils aus Knochen besteht, ist bei manchen Reptilien zwischen den Augenhöhlen zu einer senkrechten, knorpeligen oder sogar theilweise bloss aus fibrösem Bindegewebe gebildeten Platte (der Interorbital- oder Augenhöhlenplatte) zusammengedrückt; in dem hinter dieser Platte liegenden Abschnitt des Schädels hat das Gehirn seinen Platz, in dem Abschnitt vor derselben

---

1) In der Bauchwand findet sich bei den Krokodilen eine Anzahl schmaler Hautknochen, die sogen. Bauchrippen, welche nicht mit wirklichen Rippen zu verwechseln sind; sie stehen in keiner Verbindung mit den Wirbeln und bestehen nicht wie die Rippen anfänglich aus Knorpel, sondern entwickeln sich im Bindegewebe.

die Geruchsorgane. Es findet sich nur ein Gelenkhöcker zur Verbindung mit der Wirbelsäule, unterhalb des Hinterhauptloches. Die Zwischen-[1]) und Oberkieferbeine sind gewöhnlich fest mit dem Schädel verbunden; ferner schliessen sich an denselben die an der Stelle des Gaumenknorpels (*Palatoquadratum*) gebildeten Knochen an, nämlich zuhinterst das wohl entwickelte, die Gelenkfläche für den ganzen Unterkiefer tragende Quadratbein, vor diesem das Flügelbein und

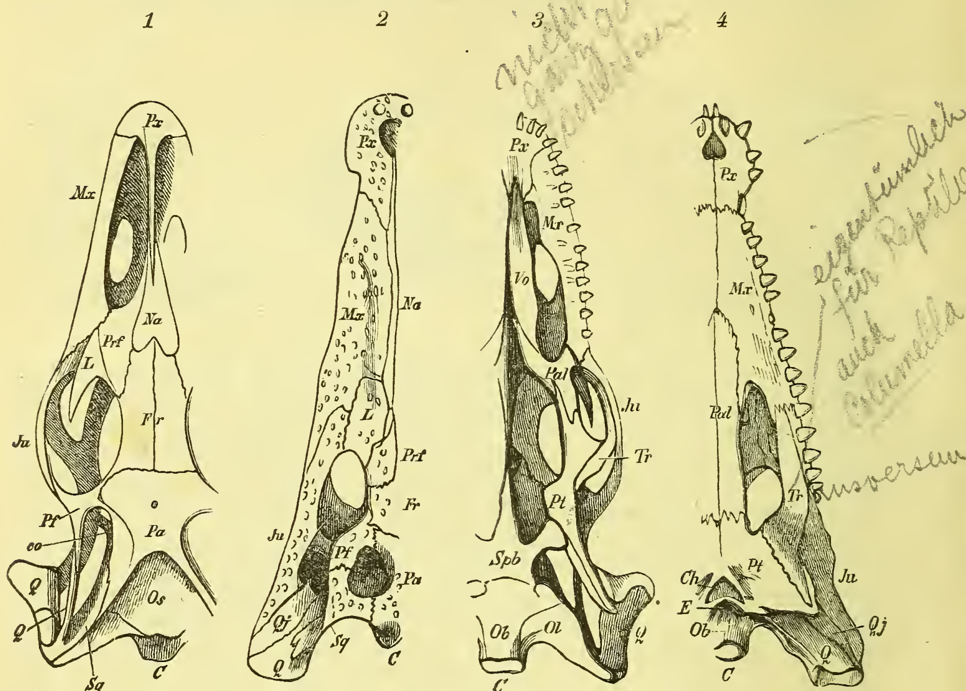


Fig. 335. *1* und *3* Schädel eines Sauriers (*Varanus*) von oben und von unten. — *2* und *4* eines Krokodils, ebenso.

Gemeinsame Bezeichnung: *C* Gelenkhöcker, *Ch* hinteres Nasenloch, *co* Säulenbein, *E* Oeffnung der Ohrtrompeten, *Fr* Stirnbein, *Ju* Jochbein, *L* in *2* Thränenbein (in *1* ein bei gewissen Formen vorkommender Hautknochen), *Mx* Oberkieferbein, *Na* Nasenbein, *Ob* unteres, *Ol* seitliches, *Os* oberes Hinterhauptsbein, *Pa* Scheitelbein, *Pal* Gaumenbein, *Pf* Hinterstirnbein, *Prf* Vorderstirnbein, *Pt* Flügelbein, *Px* Zwischenkieferbein, *Q* Quadratbein, *Qj* (und das untere *Q* in *1*) Quadratjochbein, *Spb* hinteres Keilbein, *Sq* Schuppenbein, *Tr* Querbein, *Vo* Vomer. — Nach Gegenbaur.

zuvorderst das Gaumenbein; die beiden letzteren Knochen erstrecken sich als eine Knochenbrücke vom Quadratbein nach vorn, einwärts von den grossen Oberkieferbeinen. Merkwürdig ist die ausserordentliche Beweglichkeit, welche die Gaumen-Flügel-Quadratbein-Partie und der mit dieser verbundene Oberkiefer bei den Schlangen besitzt; das Quadratbein ist auch bei den Sauriern etwas beweglich, ganz unbeweglich bei den Krokodilen und Schildkröten, bei welchen Gruppen auch die Gaumen-, Flügel- und Oberkieferbeine vollkommen unbeweglich sind.

1) Bei den Schlangen und manchen Sauriern sind beide Zwischenkiefer zu einem verschmolzen.

Der Unterkiefer besteht jederseits aus mehreren Knochen, von welchen der vorderste zuweilen mit dem entsprechenden der anderen Seite vorn verwächst (Schildkröten). Das Zungenbein, d. h. das Visceralskelet mit Ausnahme des 1. Visceralbogens (des Quadrat-, Flügel- und Gaumenbeines und des Unterkiefers), besteht bei Schildkröten und Sauriern aus einem unpaaren Theil, dem Körper, (den Copulae der Fische entsprechend), und zwei Paar Zungenbeinhörnern, welche den Zungenbeinbogen, resp. dem 1. Kiemenbogen der Fische entsprechen [1]); bei den Krokodilen und Schlangen findet sich nur ein Paar Hörner, bei der letztgenannten Gruppe ist das ganze Zungenbein sehr schwach entwickelt.

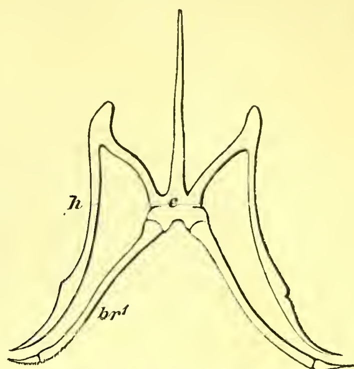


Fig. 336. Zungenbein eines Sauriers. *c* Körper (Copula), *h* Zungenbeinbogen, br_1 erster Kiemenbogen. — Nach Walter.

Die wichtigsten Knochen des Reptilienschädels ausser den schon genannten sind folgende: Die Hinterhauptsbeine, nämlich je ein unpaariges oberes und unteres und zwei seitliche; sie umgeben das Hinterhauptsloch. Das Felsenbein, vor dem seitlichen Hinterhauptsbein. Das Schuppenbein (*Squamosum*), in der Nähe der genannten, ragt bei den Schlangen stark hervor; es verbindet sich mit dem Quadratbein. Das hintere Keilbein (*Basisphenoid*), vor dem unteren Hinterhauptsbein, ebenso wie dieses eine Verknöcherung in der unteren Wand des Schädels. Ein Parasphenoid ist nicht entwickelt (vergl. Fische und Amphibien). Die vordere Wand der Schädelhöhle ist oft unverknöchert, häutig, zuweilen mit einzelnen Verknöcherungen. Oben findet sich eine Anzahl Knochen: die Scheitelbeine, welche bei den meisten (Schlangen, Sauriern, Krokodilen) zu einem unpaarigen Knochen verschmolzen sind; die Stirnbeine, bei Krokodilen und manchen Sauriern ein unpaariger Knochen; die Hinterstirnbeine am Hinterrand der Augenhöhle; die Vorderstirnbeine am Vorderrand derselben; die Thränenbeine (*Lacrymalia*) unterhalb der letzteren (nur bei den Sauriern und Krokodilen vorhanden); die Nasenbeine hinter den äusseren Nasenlöchern. Unterhalb der Augenhöhle, hinter den Oberkieferbeinen, liegt gewöhnlich ein Jochbein (*Jugale*), und von diesem zum Quadratbein erstreckt sich das Quadrat-Jochbein (*Quadratojugale*). An der Unterseite findet sich vor den Gaumenbeinen ein paariger oder unpaariger Vomer. Vom Flügelbein zum Oberkieferbein geht bei Krokodilen, Sauriern und Schlangen ein den Reptilien eigenthümlicher Knochen, das Querbein (*Transversum*). Bei manchen Sauriern findet sich noch ein anderer eigenthümlicher Knochen, das Säulenbein (*Columella*), welches ungefähr senkrecht vom Scheitelbeine zum Flügelbein geht.

Der Schultergürtel der Reptilien schliesst sich eng an den der Amphibien an. Wir finden denselben bei den Sauriern, welche

1) Bei einigen Sauriern lassen sich noch Spuren eines dem 2. Kiemenbogen entsprechenden Hörnerpaares nachweisen.

wir zunächst betrachten, jederseits durch eine etwas gebogene, theilweise verknöcherte Platte repräsentirt, welche unten in den Vorderrand des Brustbeins eingefalzt ist. Man unterscheidet ein Schulterblatt oberhalb der Gelenkpfanne für das Oberarmbein, und ein Coracoid unterhalb derselben; letzteres ist in der Regel durch ein oder zwei

Fig. 337.

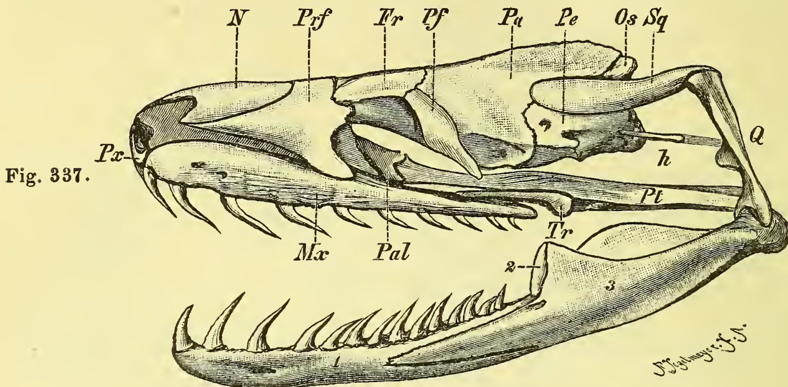


Fig. 338.

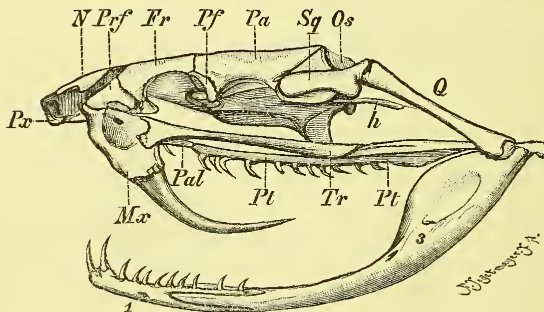


Fig. 337. Linke Hälfte des Schädels von *Boa constrictor*, von der Seite (und etwas von oben) gesehen. — Orig.

Fig. 338. Do. von einer grossen Grubenotter (*Craspedocephalus atrox*), ebenso. — Orig.

Gemeinsame Bezeichnung: *Fr* Stirnbein, *h* Hörknöchelchen, *Mx* Oberkieferbein, *N* Nasenbein, *Os* oberes Hinterhauptsbein, *Pa* Scheitelbein, *Pal* Gaumenbein, *Pe* Felsenbein, *Pf* Hinterstirnbein, *Prf* Vorderstirnbein, *Pt* Flügelbein, *Px* Zwischenkieferbein, *Q* Quadratbein, *Sq* Schuppenbein, *Tr* Querbein. *1*, *2*, *3* Unterkieferknochen.

grosse Löcher in 2, resp. 3 Abschnitte getheilt. Das Schulterblatt zerfällt in einen oberen und einen unteren Abschnitt, von welchen jener aus verkalktem Knorpel, dieser aus Knochen besteht; mit dem Coracoid ist das Schulterblatt durch eine Naht verbunden oder mit demselben verwachsen. Ein Schlüsselbein geht vom Schulterblatt zum Vorderbrustbein. Bei den Krokodilen ist das Schulterblatt zum grössten Theil verknöchert (nur der obere Rand knorpelig), und das Coracoid ist ein einfacher Knochen; das Schlüsselbein fehlt. Bei den Schildkröten ist das Coracoid wie bei den Sauriern in ein vorderes und ein hinteres Stück getheilt, welche hier ganz von einander getrennt sind; jenes, das vordere Coracoid, ist mit dem Schulterblatt, mit welchem es unter einem rechten Winkel zusammentrifft, verwachsen, letzteres (hinteres Coracoid) ist ein selbständiger Knochen. Bei den Schlangen

fehlt der Schultergürtel ganz. — In Bezug auf die Vordergliedmaassen ist zu bemerken, dass die Ulna der kräftigere von den beiden Unterarmknochen ist. Bei den Schildkröten sind in der Handwurzel die neun ursprünglichen Knochen vorhanden (zuweilen sind aller-

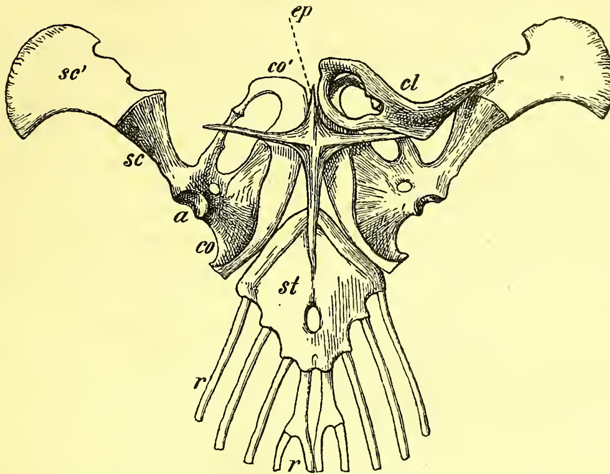
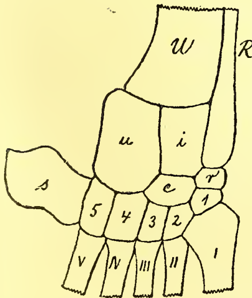
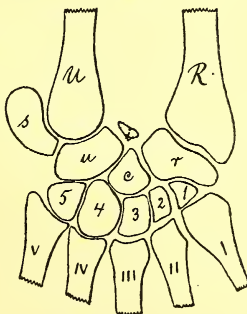


Fig. 339. Brustbein und Schultergürtel einer Eidechse (*Lacerta*) ausgebreitet (das Schulterblatt biegt sich in Wirklichkeit stark aufwärts). Das rechte Schlüsselbein ist weggenommen. *a* Gelenkpfanne für das Oberarmbein, *cl* Schlüsselbein (bei der abgebildeten Art von einem grossen Loch durchbrochen), *co* Coracoid, *co'* knorpeliger Theil desselben, *ep* Vorderbrustbein, *r* Rippen (abgeschnitten) *sc* Schulterblatt (hier mit dem Coracoid verwachsen), *sc'* knorpeliger Theil desselben, *st* Brustbein. — Orig.

dings einige verwachsen); auch bei den Sauriern ist die Handwurzel nur wenig verändert, während sie sich bei den Krokodilen dadurch auszeichnet, dass die beiden Knochen der proximalen Reihe sehr gross, andere dagegen verschmolzen oder rückgebildet sind. An die Hand-

Fig. 340. Fig. 341. Fig. 342.





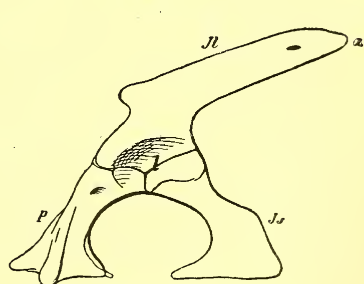


Fig. 340. Handwurzel einer Seeschildkröte. *U* unterer Theil der Ulna, *R* des Radius, *u* Ulnare, *i* Intermedium, *r* Radiale, *c* Centrale, *1—5* Carpale Nr. 1—5; *s* Erbsenbein; *I—V* Mittelhandknochen. — Nach Gegenbaur.

Fig. 341. Handwurzel einer Eidechse (*Lacerta agilis*). — Nach Gegenbaur, verändert.

Fig. 342. Linke Hälfte des Beckens eines Sauriers (*Varanus*). *Jl* Darmbein, *a* dessen hinteres Ende, *Js* Sitzbein, *P* Schambein, *l* Gelenkpfanne. — Nach Gegenbaur.

wurzel schliesst sich häufig an der Aussenseite ein Sesamknochen, das Erbsenbein (*Pisiforme*). Die Anzahl der Finger ist in der Regel 5, kann aber eine geringere sein; die Anzahl der Fingerglieder ist eine verschiedene; bei den Sauriern finden wir meistens folgende Zahlen: 2 im Daumen, 3 im zweiten, 4 im dritten, 5 im vierten, 3 im fünften Finger.

Das Becken ist jederseits aus 3 Knochen zusammengesetzt indem der untere Abschnitt des Beckengürtels durch eine grosse Oeffnung in einen vorderen und einen hinteren Theil gesondert ist, welche jeder für sich verknöchern: Schambein (*Pubis*) und Sitzbein (*Ischium*); beide verbinden sich unten in der Mittellinie mit denen der anderen Seite. Das Darmbeim und die beiden genannten Knochen bilden gewöhnlich je einen Theil der Gelenkpfanne für das Schenkelbein [1]). Bei den Schlangen fehlt in der Regel ein Becken ganz, selten sind Rudimente desselben vorhanden (bei den mit rudimentären Hinterbeinen versehenen Riesenschlangen). — In der Fusswurzel sind immer einige Knochen mit einander verschmolzen; wichtig ist es, dass die obere Reihe der Fusswurzelknochen (mit welcher auch das Centrale verbunden ist) in der Regel eng mit dem unteren Ende des Unterschenkels verbunden ist und die Bewegung in der Fusswurzel wesentlich zwischen der oberen und der unteren Reihe von Fusswurzelknochen stattfindet, während nur eine geringe oder gar keine Beweglichkeit zwischen dem Unterschenkel und der oberen Reihe besteht (vergl. die Säugethiere) [2]). Für die Zehen gilt wesentlich dasselbe wie für die Finger; es sind gewöhnlich deren 5 vorhanden, die Anzahl der Glieder ist verschieden, bei den Sauriern, wenn wir vom Daumen ausgehen, gewöhnlich 2, 3, 4, 5, 4.

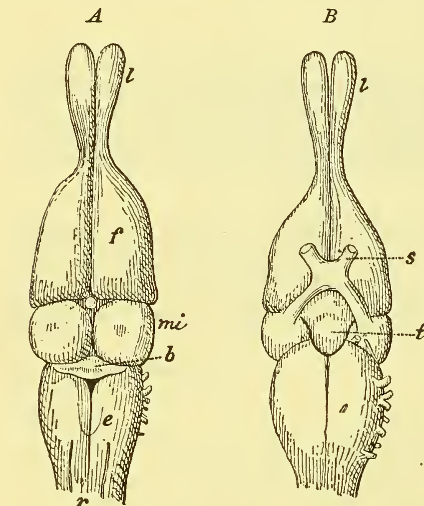


Fig. 343. Gehirn einer Eidechse von oben (*A*) und von unten (*B*). *l* Riechkolben, *f* Vorder-, *mi* Mittel-, *b* Hinter-, *e* Nachhirn, *r* Rückenmark, *s* Sehnerv, *t* Hirnanhang. In *A* sieht man vor dem Mittelhirn die untere Partie der Zirbel. — Nach T. Jeffery Parker.

Das Gehirn ist bei den Reptilien gewöhnlich ziemlich klein. Bei einigen, besonders bei den Krokodilen, erreicht das Vorderhirn (das Grosshirn) eine verhältnissmässig bedeutende Entwicklung, ebenso wie auch das Hinterhirn (Kleinhirn), welches bei Sauriern und Schlangen einen schmalen Wulst vor dem Nachhirn bildet, bei den Krokodilen eine ansehnliche Grösse erreicht.

Die Geruchsorgane, die Nasenhöhlen, nehmen das vordere Ende des Kopfes ein und sind durch die Nasenscheidewand von ein-

1) Bei den Krokodilen ist jedoch das Schambein aus der Gelenkpfanne herausgedrängt, letztere wird hier also nur von dem Darmbein und dem Sitzbein gebildet.

2) Von specielleren Verhältnissen können wir anführen, dass derjenige Knochen der proximalen Reihe, welcher dem Fersenbein der Säugethiere entspricht, bei den Krokodilen mit einem ähnlichen Fortsatz (der Ferse) wie bei diesen versehen ist.

ander getrennt. Jede Nasenhöhle ist ein ziemlich geräumiger Hohlraum, welcher gewöhnlich mit einer grossen vorspringenden Falte, der Nasenmuschel, versehen ist; die äusseren Nasenlöcher sind klein, die inneren öffnen sich gewöhnlich weit vorn in die Mundhöhle und setzen sich oft in eine Rinne an der Decke der Mundhöhle fort; bei den Krokodilen ist aber diese Rinne zu einer Röhre geworden, indem die Ränder zusammengebogen und verwachsen sind; diese Röhre, welche sich weit hinten in die Mundhöhle öffnet (Fig. 346), ist von unten her von Theilen der Oberkiefer-, Gaumen- und Flügelbeine bedeckt.

Das Auge. In der gewöhnlich theilweise knorpeligen Sehnenhaut findet sich bei Sauriern und Schildkröten (nicht aber bei Schlangen und Krokodilen) vorn, an der Grenze der Hornhaut, ein Kranz von dünnen Knochenplättchen (Scleroticalring). An der Eintrittsstelle des Sehnerven entspringt bei den Sauriern von der innern Wand des Augapfels ein frei in den Glaskörper hineinragender Fortsatz, dem Kamm

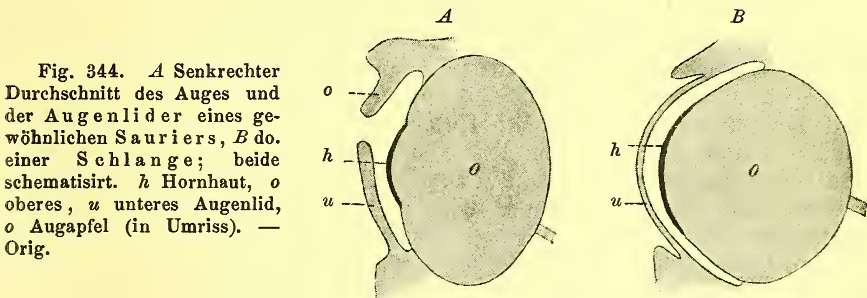


Fig. 344. *A* Senkrechter Durchschnitt des Auges und der Augenlider eines gewöhnlichen Sauriers, *B* do. einer Schlange; beide schematisirt. *h* Hornhaut, *o* oberes, *u* unteres Augenlid, *o* Augapfel (in Umriss). — Orig.

(*Pecten*) der Vögel entsprechend; bei den übrigen fehlt er oder ist rudimentär. — Es ist ein oberes oder ein unteres Augenlid vorhanden, von welchen jenes nur wenig beweglich ist, während das untere (ähnlich wie bei den Amphibien) vor das Auge hinaufgeschoben werden kann. Das untere Augenlid ist in der Mitte oft etwas durchscheinend (z. B. bei den gewöhnlichen Eidechsen), bei gewissen anderen Sauriern sogar ganz durchsichtig. Bei den Geckonen und einzelnen anderen Sauriern und bei den Schlangen ist est nicht nur durchsichtig, sondern dauernd vor das Auge hinaufgezogen und mit seinem oberen Rand an dem oberen Augenlid festgewachsen, so dass bei diesen Thieren ein geschlossener Raum vor dem Auge liegt; scheinbar können diese Thiere das Auge nicht „schliessen“, indem das durchsichtige Augenlid eine Hornhaut vortäuscht, thatsächlich ist das Auge stets geschlossen. Eine Nickhaut ist gewöhnlich vorhanden. Ebenso finden sich sowohl Thränendrüse als Harder'sche Drüse und ein Thränenkanal. — Ueber das Scheitelauge vergl. S. 365.

Gehörorgan. Der Schneckengang steht bei den meisten Reptilien auf einer ähnlichen niederen Stufe wie bei Fischen und Amphibien, indem er nur eine wenig hervortretende Ausstülpung darstellt; bei den Krokodilen erreicht er dagegen eine weit bedeutendere Entwicklung als ein recht ansehnlicher am Ende geschlossener Schlauch. An demjenigen Theil der äusseren Wand des Schädels, welcher nach aussen vom Schneckengange liegt, ist bei den Reptilien eine mit Bindegewebe ausgefüllte Oeffnung vorhanden, das runde Fenster (*Fenestra rotunda*); ausserhalb des Vorhofs findet sich ebenso wie bei den Am-

phibien ein ovales Fenster, das von der Platte des Hörknöchelchens geschlossen ist. — Gewöhnlich findet sich eine Paukenhöhle, welche gegen die Oberfläche durch ein Trommelfell[1]) abgeschlossen ist; letzteres liegt etwas vertieft, nicht wie bei den Amphibien in demselben Niveau wie die übrige Haut. Die Paukenhöhle steht bei den Sauriern meist, ähnlich wie bei den Amphibien, in weit offener Verbindung mit der Mundhöhle; dagegen ist sie bei Schildkröten und Krokodilen durch einen engeren Kanal, die Ohrtrompete (*Tuba Eustachii*), mit dieser verbunden. Die Krokodile haben die Eigenthümlichkeit, dass die Paukenhöhle mit Lufthöhlen in der Wand des Schädels in Verbindung steht, und dass beide Ohrtrompeten mit einer gemeinsamen unpaaren Oeffnung in die Mundhöhle (nicht weit hinter den inneren Nasenlöchern) einmünden. Bei den Schlangen und einzelnen Sauriern fehlen Paukenhöhle und Trommelfell ganz. Ein demjenigen der Amphibien ähnlicher Gehörknochen ist stets vorhanden; er schliesst mit seiner Platte das ovale Fenster und heftet sich, wenn ein Trommelfell vorhanden ist, mit dem anderen Ende an letzteres an. — Ein „äusseres Ohr" ist bei den Krokodilen in Form einer Klappe, einer Hautfalte, vorhanden, welche das Trommelfell aussen überdeckt.

Zähne finden sich bei den meisten Reptilien an den Zwischen- und Oberkieferbeinen und am Unterkiefer, bei den Schlangen (deren kleiner Zwischenkiefer gewöhnlich zahnlos ist) und den Sauriern ausserdem oft an den Gaumen- und Flügelbeinen, während den Schildkröten Zähne ganz abgehen. Die Zähne sind in der Regel durch Knochenmasse an den Knochen befestigt; nur bei den Krokodilen sitzen sie, in die Knochen eingekeilt, in Zahnhöhlen. Neue Zähne werden das ganze Leben hindurch zum Ersatz der älteren gebildet; letztere fallen aus, indem die Knochenmasse, welche dieselben mit den Knochen verbindet, mit den unteren Theilen des Zahnes zusammen aufgelöst (resorbirt) wird. Die Zähne haben gewöhnlich eine einfache Form; meistens sind sie kegelförmig, zuweilen ist der äusserste Theil zusammengedrückt und gezackt, zuweilen sind die Zähne höckerförmig etc. Gewöhnlich sind alle Zähne eines Thieres wesentlich gleichgebildet. (Ueber den Giftzahn der Schlangen vergl. S. 460 und Fig. 348.) — Die hinten angeheftete, vorn freie Zunge ist sehr verschieden beschaffen; bei den Krokodilen und Schildkröten ist sie nur wenig beweglich, mit einer kurzen Spitze versehen und nicht aus dem Munde vorstreckbar, während sie bei den Sauriern meist eine längere, oft sehr lange und gespaltene freie Spitze besitzt; auch bei den Schlangen ist die Zunge lang, schmal und gespalten und kann weit aus dem Munde vorgestreckt werden. Bei den Schlangen und einem Theil der Saurier kann die Zunge in eine Scheide im Boden der Mundhöhle zurückgezogen werden. (Ueber die eigenthümliche Zunge der Chamäleonen vergl. diese.) — Die Speiseröhre, welche eine ansehnliche Länge besitzt, ist stets sehr erweiterungsfähig. Der Magen der Krokodile ist sehr musculös, jederseits mit einer Sehnenscheibe versehen, an welche die Muskelzellen sich anheften; er erinnert an den Muskelmagen der Vögel. Der Dünndarm ist von verschiedener Länge, der Enddarm kurz.

Athmungsorgane. Die Luftröhre der Reptilien ist verlängert und ihre Wand von zahlreichen Knorpelringen gestützt. Der

1) Bei den Chamäleonen ist eine Paukenhöhle vorhanden, welche aber nach aussen durch eine der übrigen Haut ganz ähnliche Hautpartie geschlossen ist (ein besonders ausgebildetes Trommelfell fehlt).

vorderste Theil, der Kehlkopf, ist mit besonderen Knorpelstücken versehen, und bei einigen Sauriern (Geckonen, Chamäleonen) sowie bei den Krokodilen besitzt er ein Paar Stimmbänder, bei den übrigen nicht. Der Eingang aus der Mundhöhle in den Kehlkopf ist eine Längsspalte hinter der Zunge. Am hinteren Ende theilt sich die Luftröhre in zwei kürzere oder längere Stammäste (*Bronchi*) [1]), einen für jede Lunge. — Die Lungen treten in recht verschiedenen, von einander aber ableitbaren Formen auf. In der einfachsten Gestalt finden wir die Lunge bei manchen, besonders kleineren Sauriern, z. B. den gewöhnlichen Eidechsen (*Lacerta*); sie ist hier, ähnlich wie bei den Froschlurchen,

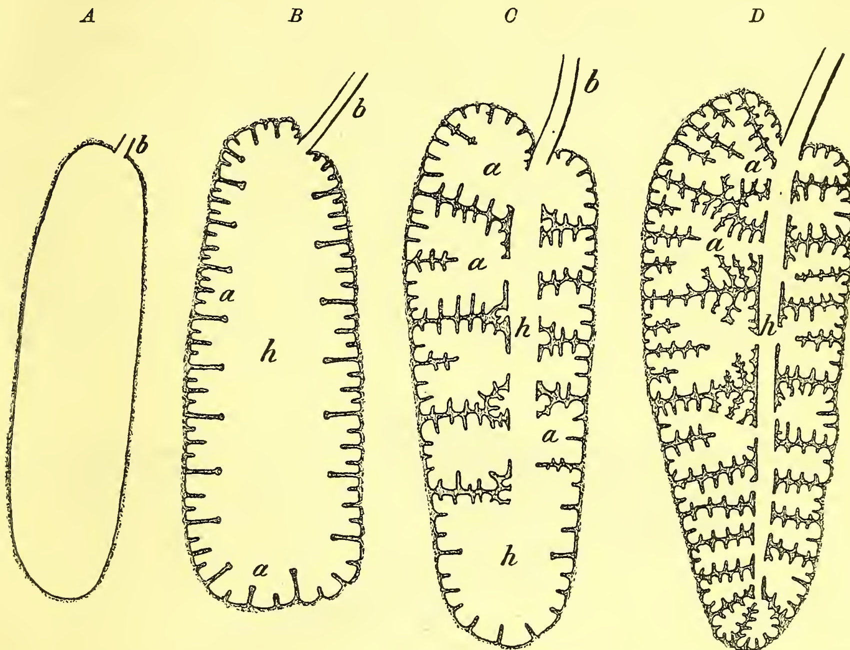


Fig. 345. Schemata verschiedener Lungen. *A* Wassermolch, *B* Frosch oder kleiner Saurier, *C* kleinere Schildkröte, *D* grössere Schildkröte. *b* Bronchus, *h* Hohlraum der Lunge, *a* Ausstülpungen der Lunge. Bindegewebe punktirt. — Orig.

ein geräumiger Sack mit zahlreichen, ganz kurzen (stets eng verbundenen) Ausstülpungen; letztere sind wieder mit noch kleineren besetzt. Bei kleineren Schildkröten (*Emys*) verhält sich der hinterste Theil der Lunge ähnlich wie bei den Sauriern; der vordere, grössere Theil ist aber zu einer engen Röhre geworden, mit einer Anzahl von z. Th. sehr grossen und tiefen Ausstülpungen, welche wieder mit kleineren versehen sind; alle werden durch Bindegewebe zusammengehalten. Bei grösseren Schildkröten (*Chelonia*) ist auch der hintere Theil der Lunge enger geworden und mit tiefen Ausstülpungen versehen, und im vorderen Theil liegen in der Wandung der Lungenröhre (nicht der Ausstülpungen) knorpelige Querstäbe. Aehnlich wie letztere

1) Zuweilen (Schlangen, einige Saurier) sind die Bronchi so stark verkürzt, dass beide Lungen direct in das hintere Ende der Luftröhre einmünden.

verhalten sich auch die Krokodile, bei denen die letztgenannten knorpeligen Stäbe zu Ringen geworden sind, denjenigen der Luftröhre ähnlich [1]). — Von specielleren Verhältnissen führen wir an, dass die Lungen der langgestreckten, gliedmaassenlosen Saurier (z. B. der Blindschleiche) von ungleicher Länge sind, die rechte ist die längste. Auch bei den Schlangen ist die rechte Lunge die grösste, in der Regel ist bei ihnen sogar die linke Lunge rudimentär oder fehlt ganz. Die Schlangen zeigen ferner die Eigenthümlichkeit, dass die Lunge, welche in ihrer vorderen Partie derjenigen der Saurier ähnlich ist, hinten ein glatter Sack ohne Falten ist, welcher sogar sein Blut, nicht wie die übrige Lunge von der Lungenarterie, sondern von einer der Körperarterien empfängt; dieser Theil der Lunge ist offenbar für die Respiration ohne Bedeutung. Die Chamäleonen (und einige andere Saurier) sind dadurch ausgezeichnet, dass von der Lunge fingerförmige, dünnwandige Säcke ausgehen, welche sich zwischen die Eingeweide hinein erstrecken, und welche das Thier mit Luft füllen kann, wodurch der Umfang des Körpers bedeutend vergrössert wird (es bläht sich auf). — Die Einathmung, die Luftaufnahme, findet bei der Mehrzahl in der Weise statt, dass die Leibeshöhle durch gewisse Bewegungen der Rippen erweitert wird, wodurch die Luft in den elastischen Lungen verdünnt wird und Luft von aussen durch die Nasenlöcher hineinströmt; die Ausathmung geschieht durch entgegengesetzte Bewegungen der Rippen. Bei den Schildkröten, deren Rippen unbeweglich sind, geschieht die Einathmung durch die Zusammenziehung eines be-

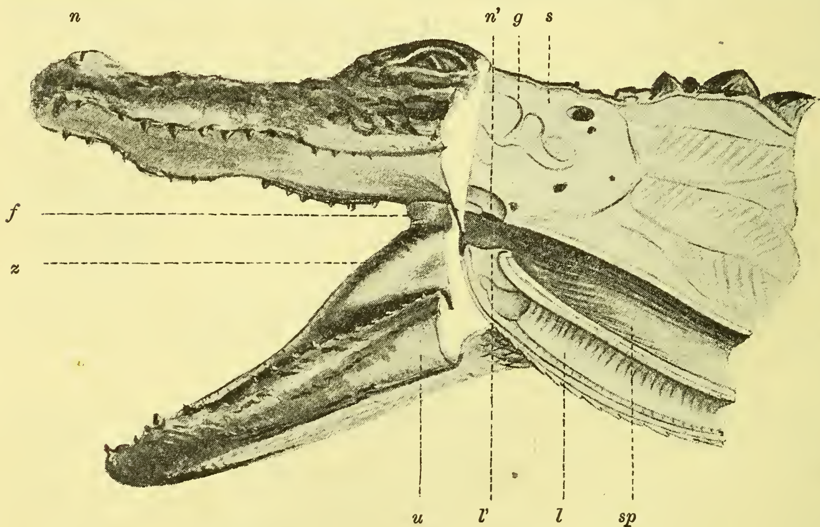


Fig. 346. Kopf und Hals eines Alligators; hinterer Theil längs durchschnitten. *f* Querfalte hinten an der Zunge, *g* Gehirn (nur angedeutet), *l* Luftröhre (längs durchschnitten), *l'* deren Oeffnung, *n* linkes äusseres Nasenloch, *n'* linkes inneres Nasenloch (der hinterste Theil des linken Nasenganges ist durch den Schnitt geöffnet), *s* Schädel, *sp* Speiseröhre (geöffnet), *u* Unterkiefer, *z* Zunge. — Orig.

1) Aehnlich wie bei den Schildkröten und Krokodilen verhält sich auch die Lunge gewisser grosser Saurier; andere nehmen eine Zwischenstellung ein. Ueberhaupt hat unter den Reptilien offenbar die Grösse der Thiere einen wesentlichen Einfluss auf den Bau der Lunge; den complicirtesten Bau (d. h. die relativ grösste respirirende Oberfläche) weisen die grössten Formen auf. Vergl. den Allgem. Theil S. 30.

sonderen in der Leibeshöhle angebrachten zwerchfellartigen Muskels (vergl. die Säugethiere).

Bei den Krokodilen münden die inneren Nasenlöcher, wie vorhin erwähnt, weit hinten in die Mundhöhle. Am hintersten Theil der Zunge (Fig. 346) findet sich eine hervorragende, steife Querfalte, welche, wenn der Mund geöffnet ist, sich gegen den Gaumen legt und den hintersten Theil der Mundhöhle, in welchen die inneren Nasenlöcher oben, die Luftröhre unten einmünden, ganz absperrt. In Folge dieser Einrichtung kann das Thier mit geöffnetem Mund (auf Beute lauernd) im Wasser liegen und, wenn nur die Schnauzenspitze mit den äusseren Nasenlöchern oberhalb des Wassers ist, ruhig athmen.

Die Entwicklung eines Halses hat zur Folge, dass das Herz bei den Reptilien weiter vom Kopf entfernt ist als bei den Fischen und Amphibien. Der Vorhof ist in eine grössere rechte und eine kleinere linke Abtheilung getheilt, von welchen letztere das Blut aus den Lungen aufnimmt, während die rechte das Blut aus dem übrigen Körper empfängt. Die Herzkammer zeigt gewöhnlich nur einen Anfang zu einer Theilung in zwei, indem eine unvollkommene Scheidewand ausgebildet ist; nur bei den Krokodilen ist eine rechte und eine linke Herzkammer vorhanden, welche vollständig von einander getrennt sind und mit dem rechten resp. dem linken Vorhof in Verbindung stehen, so dass das arterielle Lungenblut und das venöse Blut aus den Körpervenen innerhalb des Herzens ganz getrennt sind. Der Herzkegel ist entweder rudimentär oder fehlt ganz, so dass der Arterienstamm direct von der Kammer entspringt. Es sind dieselben drei Paar Arterienbogen, Nr. 1, 2 und 4, wie bei den Froschlurchen vorhanden; von diesen setzt sich das erste Paar in die Kopfarterien (Carotiden) fort, die des zweiten Paares, die Aortenbogen, vereinigen sich und bilden die Aorta, das letzte Paar setzt sich in die Lungenarterien fort. Der Arterienstamm, von welchem die Bogen abgehen, ist nicht einheitlich (wie es bei den Fischen und theilweise bei den Amphibien der Fall ist), sondern in drei Röhren getheilt, von welchen eine sich in die Kopfarterien und in den rechten Aortenbogen fortsetzt, eine andere in den linken Aortenbogen, die dritte in die Lungenarterien; am Ursprunge einer jeden derselben aus der Herzkammer findet sich eine Querreihe von Klappen. Die erstgenannte Röhre entspringt bei den Krokodilen von der linken Kammer, führt also arterielles Blut, während die beiden anderen von der rechten Kammer entspringen, also venöses Blut führen. Die Folge dieser An-

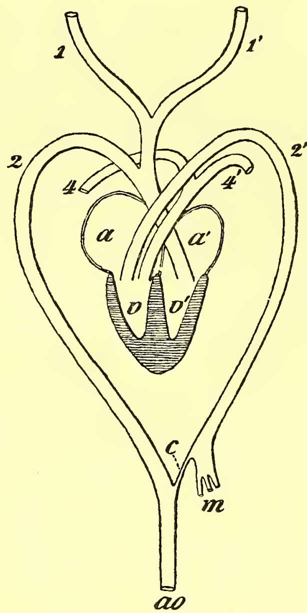


Fig. 347. Schema des Herzens und der Arterienbogen bei einem Krokodil. *a* rechter, *a'* linker Vorhof, *v* und *v'* rechte und linke Herzkammer. *1*, *1'* die Carotiden (Arterienbogen Nr. 1); *2*, *2'* rechter und linker Aortenbogen (Arterienbogen Nr. 2); *c* der dünne Theil von *2'*; nachdem dieser die Gefässe *m* zum Darmkanal abgegeben hat; *4*, *4'* Lungenarterien (Arterienbogen Nr. 4) *ao* Aorta. — Orig.

ordnung ist, dass der Kopf bei den Krokodilen mit rein arteriellem Blut versorgt wird, während die Aorta gemischtes Blut führt, indem sie durch eine Vereinigung der beiden Aortenbogen gebildet wird, von welchen der eine arterielles, der zweite venöses Blut enthält.

Der grössere Theil des venösen Blutes im linken Aortenbogen bei den Krokodilen geht übrigens an den Darmkanal durch ein Gefäss (*m*), welches der Bogen abgiebt, ehe er sich mit dem rechten Aortenbogen vereinigt, so dass das Blut in der Aorta überwiegend arteriell ist [1]). — Bei den übrigen Reptilien, bei denen die Scheidewand der Herzkammer ganz unvollständig ist, findet eine Mischung des Blutes schon im Herzen selbst statt; bei ihnen ist aber andererseits durch verschiedene Verhältnisse dafür gesorgt, dass die Mischung dennoch nicht so bedeutend wird, wie man erwarten könnte. Der ganze Mechanismus ist jedoch zu complicirt, als dass wir ihn hier einer näheren Betrachtung unterwerfen könnten.

Die Nieren sind etwas gestreckte, an der Oberfläche gefaltete Organe, welche hinten in der Leibeshöhle liegen; die Harnkanälchen besitzen keine offenen Trichter wie bei den Amphibien. Die Harnleiter öffnen sich getrennt in die Kloake (nicht in die Harnblase). Eine Harnblase findet sich bei Sauriern und Schildkröten, fehlt bei den Schlangen und Krokodilen; sie ist eine Ausstülpung der ventralen Wand der Kloake [2]); die Oeffnungen der Harnleiter sind nicht weit von ihrer Einmündungsstelle entfernt.

Die beiden Eierstöcke sind in reifem Zustande traubenförmig, in Folge der ansehnlichen Grösse der Eier; die Eileiter (Müller'sche Gänge) sind nach dem gewöhnlichen Typus gebildet und münden getrennt in die Kloake. Bei den Schlangen liegen, in Anpassung an die gestreckte Körperform, die Eierstöcke nicht neben einander, sondern einer vor dem anderen. — Die Hoden verbinden sich mittels eines aus feinen Kanälchen zusammengesetzten Nebenhodens mit je einem Samenleiter, welcher in die Kloake mündet. — Begattungswerkzeuge treten in zwei gänzlich verschiedenen Formen auf. Bei den Sauriern und Schlangen findet sich ein Paar Begattungsorgane: jederseits, in unmittelbarer Nähe des Afters, ist eine Oeffnung vorhanden, welche in einen Sack oder Schlauch hineinführt, der sich unterhalb der Haut des Schwanzes nach hinten erstreckt (ist als eine eingestülpte Hautpartie aufzufassen); dieser Sack kann ausgestülpt werden und zeigt dann an der Oberfläche eine spiralige Rinne, in welcher der Samen entlang läuft, wenn das (oft mit Stacheln oder Falten ausgestattete) Begattungsorgan in die weibliche Kloake eingeführt ist; ein Muskel, welcher sich an das Ende des Schlauches heftet, zieht denselben wieder zurück. Bei den Krokodilen und Schildkröten ist der Penis dagegen ein unpaariger, solider, zungenähnlicher Körper, welcher an der ventralen Wand der Kloake festgeheftet ist und aus dem After hervorgeschoben werden kann; er ist an seiner oberen Fläche mit einer Längsrinne für den Samen versehen.

Die Eier der Reptilien sind von verhältnissmässig bedeutender

---

1) Es findet sich übrigens bei den Krokodilen eine Oeffnung in der Scheidewand zwischen den beiden Gefässstämmen, welche sich in den rechten Aortenbogen (+ die Kopfarterien), resp. in den linken Aortenbogen fortsetzen; eine Mischung des Blutes findet jedoch an dieser Stelle nur in sehr beschränktem Umfange statt.

2) Bei den Schildkröten öffnet sich in die Kloake ausser der unpaarigen Harnblase noch ein Paar ähnliche Säcke, deren Bedeutung unbekannt ist.

Grösse; während ihrer Wanderung durch die Kloake werden sie von einer Eiweissmasse und einer kalkhaltigen Schale umgeben, welche bei Sauriern und Schlangen gewöhnlich lederartig, zäh ist, bei Schildkröten und Krokodilen fest und spröde wie eine Vogel-Eierschale. Die Form der Schale ist gewöhnlich oval, seltener kugelig (letzteres bei den meisten Schildkröten). Nicht wenige Schlangen und einige Saurier behalten die Eier so lange in den Eileitern, dass sie lebendige Junge gebären; übrigens geht den Eiern solcher Formen in der Regel eine Schale nicht ab, dieselbe wird aber bei der Geburt gesprengt. Die Eifurchung ist partiell, der Nahrungsdotter sehr gross; der Embryo ist von Embryonalhüllen (vergl. S. 383) umgeben. Die neugeborenen Jungen sind in der Hauptsache den Erwachsenen ähnlich.

Bei den ausgebildeten Embryonen von Schlangen und Sauriern findet sich am oberen Kieferrand in der Mittellinie ein unpaarer vorstehender Zahn (ein echter Zahn), welcher dazu verwendet wird, die Eischale durchzuschneiden („Eizahn"). — Die Embryonen der Krokodile und Schildkröten haben an der Schnauzenspitze eine warzenförmige, stark verhornte Erhabenheit, mit welcher sie die Eischale sprengen.

Die Reptilien sind grösstentheils Landthiere; nicht ganz wenige führen eine amphibische Lebensweise, indem sie sich theils im Wasser (Süsswasser oder Meer), theils auf dem Lande aufhalten; die meisten ernähren sich von Raub (Insekten, Wirbelthieren etc.). Sie sind in den Tropen zahlreich, in den kälter gemässigten Ländern spärlich vertreten, fehlen in der kalten Zone. In früheren Perioden der Erdgeschichte, in der mesozoischen Zeit, war die Abtheilung noch weit reicher entfaltet und zum Theil durch riesigere Formen als heutzutage vertreten.

Uebersicht der jetztlebenden Reptilien-Ordnungen.

Bewegliches Quadratbein. After eine Querspalte. Paarige Begattungswerkzeuge.	1. Saurier. In der Regel mit Gliedmaassen. Am Bauch Schuppen. Unterkieferäste unbeweglich verbunden.
	2. Schlangen. Ohne Gliedmaassen. Am Bauch Schienen. Unterkieferäste durch ein elastisches Band verbunden.
Quadratbein unbeweglich. After nicht eine Querspalte. Penis unpaarig.	3. Schildkröten. Zahnlos. Zusammenhängendes Knochenschild um den Rumpf.
	4. Krokodile. Zähne in Zahnhöhlen. Zwei Herzkammern.

1. Ordnung. **Saurier** (*Sauria*).

Bezüglich der Charaktere der Saurier ist die obenstehende Uebersicht und die allgemeine Beschreibung der Reptilien zu vergleichen. Von den zahlreichen Formen führen wir hier einige Beispiele an.

1. Die Eidechsen (*Lacerta*) haben einen langen, runden Schwanz, wohlentwickelte Gliedmaassen, kleine Schuppen auf dem Rücken, grössere, in wenigen Längsreihen geordnete am Bauche; Zunge wohlentwickelt, gespalten. In Deutschland häufig sind die einander sehr ähnlichen *L. agilis* und *L. vivipara* (letztere lebendiggebärend), in den Rheingegenden ausserdem auch die spitzschnauzige Mauereidechse (*L.*

muralis); selten ist die mehr südliche, grosse Grüne Eidechse (*L. viridis*). — Verwandt sind die Varane (*Varanus*), grosse tropische (altweltliche) Saurier mit einer sehr langen, gespaltenen Zunge.

2. Die Leguane (*Iguanidae*) sind Saurier mit kleinen Schuppen und einer dicken, kaum gespaltenen Zunge; manche sind mit Stacheln, Hautfalten u. Aehnl. ausgestattet. Sie zerfallen in zwei natürliche Gruppen, die altweltlichen und die neuweltlichen L., jene acrodont (d. h. mit dem Kieferrande angewachsenen Zähnen), letztere pleurodont (Zähne der Innenseite der Kiefer angewachsen, Fig. 281). Innerhalb beider Gruppen kommen mehr gestreckte, langbeinige, langschwänzige Formen, Baumleguane, und plumpe, abgeplattete, kurzschwänzige Formen, Erdleguane, vor; zwischen Baum- und Erdleguanen lässt sich übrigens keine scharfe Grenze ziehen, es giebt zahlreiche Zwischenformen. Eine eigenthümliche Gattung kleiner Baumleguane sind die Flugeidechsen oder Drachen (*Draco volans*), deren unechte Rippen nicht den Rumpfseiten des Thieres anliegen, sondern nach aussen gerichtet sind und als Stützen für eine grosse, als Fallschirm dienende Hautfalte jederseits fungiren; Ostindien.

3. Die Blindschleiche (*Anguis fragilis*) ist ein gliedmaassenloser Saurier mit langem Schwanz und beweglichen Augenlidern; lebendiggebärend, in Deutschland häufig. Sie gehört zur Familie der Skinke (*Scincoideï*), welche durch glatte, glänzende, angedrückte Schuppen und eine kurze, abgeplattete Zunge ausgezeichnet sind; innerhalb dieser Familie findet man Formen mit wohlentwickelten Gliedmaassen und einem verhältnissmässig kurzen Körper, Formen mit mehr oder weniger rückgebildeten Gliedmaassen und einem mehr gestreckten Körper, und endlich ganz gliedmaassenlose Arten wie die Blindschleiche. Die übrigen Arten gehören den wärmeren Ländern an; einige derselben kommen schon in den Mittelmeerländern vor.

4. Die Chamäleonen (*Chamaeleo*) bilden eine sehr eigenthümliche Sauriergruppe. Die Spalte zwischen den Augenlidern ist sehr eng, letztere bedecken fast ganz die Aussenseite des Augapfels, mit welchem sie verwachsen sind, und werden zugleich mit demselben bewegt. Die in eine Scheide zurückziehbare Zunge ist keulenförmig, von bedeutender Länge und kann weit aus dem Munde hervorgeschnellt werden. Die Finger und Zehen eines jeden Fusses sind zu zwei Bündeln, jeder aus zwei oder drei Zehen (Fingern) bestehend, verwachsen; die Zehen sind in jedem Bündel fast bis an die Spitze verwachsen, dagegen bis an die Fusswurzel von dem anderen Bündel getrennt, und beide Bündel sind derartig gedreht, dass sie wie Aeste einer Zange gegen einander wirken können (werden zum Umgreifen der Aeste benutzt). Körper zusammengedrückt, der Schwanz ein Wickelschwanz, Schuppen sehr klein. Bekannt ist das Vermögen der Chamäleonen, ihre Farben zu wechseln. In wärmeren Ländern (besonders Afrika); eine Art kommt schon in Andalusien vor.

5. Die Geckonen (*Ascalabotae*) sind dadurch ausgezeichnet, dass die Zehen an der Unterseite mit Haftscheiben versehen sind, und dass die Augenlider sich wie bei den Schlangen verhalten (vergl. S. 451); es sind in der Regel abgeplattete Thiere mit sehr kleinen Schuppen. In wärmeren Ländern (schon in Südeuropa).

6. Die Ringelechsen (Gatt. *Amphisbaena* u. a.) sind kurzschwänzige, sehr langgestreckte, cylindrische Saurier mit sehr kleinen Augen, gewöhnlich ganz gliedmaassenlos (oder nur mit kleinen Vorder-

beinen); Schuppen viereckig, nicht dachziegelartig, in Querringen angeordnet. Die Ringelechsen führen eine ähnliche Lebensweise wie die Coecilien. In wärmeren Ländern (eine Art in Südeuropa).

2. Ordnung. **Schlangen** (*Ophidia*).

Die Schlangen, welche mit den Sauriern nahe verwandt sind, zeichnen sich aus: durch ihre Gliedmaassenlosigkeit (selten sind Rudimente der Hintergliedmaassen vorhanden), durch das vorhin (S. 451) erwähnte Verhalten der Augenlider, durch das Fehlen eines Trommelfelles (und einer Paukenhöhle), durch den sehr langgestreckten Rumpf, den verhältnissmässig kurzen Schwanz, dadurch, dass die Bauchseite mit breiten

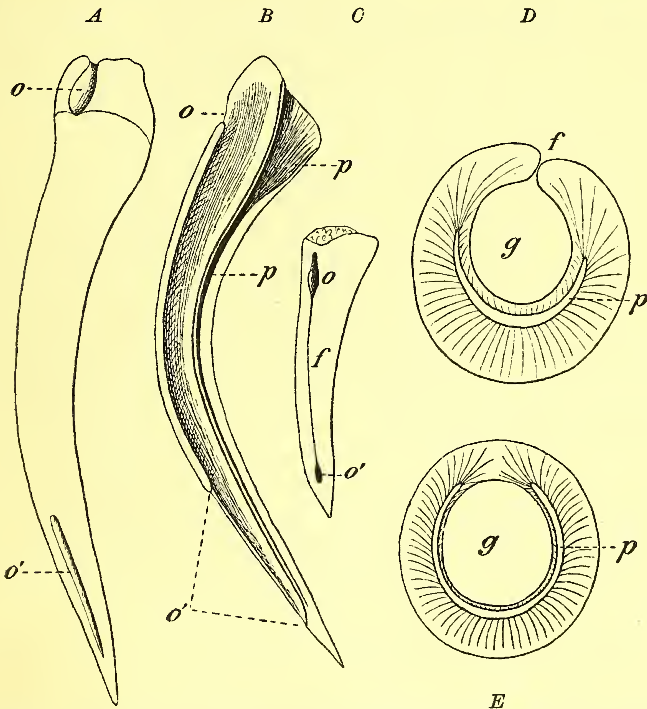


Fig. 348. *A* Giftzahn einer Klapperschlange, von vorn und etwas von aussen; *B* derselbe Zahn der Länge nach durchschliffen. *C* Giftzahn einer Brillenschlange, von vorn und etwas von aussen; *D* Querschnitt desselben. *E* Querschnitt des Giftzahnes einer Klapperschlange. — *f* Furche, *g* Giftkanal, *o* obere, *o'* untere Oeffnung des Giftkanals, *p* Pulpahöhle. — Orig.

Schienen bedeckt ist und dass die Unterkieferäste durch ein elastisches Band verbunden sind, durch die grosse Beweglichkeit des Quadratbeines und der ganzen Kiefer-Gaumenpartie, durch die lange, gespaltene Zunge. Von den gliedmaassenlosen Sauriern unterscheiden die Schlangen sich stets durch den Besitz des elastischen Bandes, durch das Fehlen eines Brustbeines und einer Schulterpartie (von diesen Theilen sind bei den gliedmaassenlosen Sauriern wenigstens Rudimente vorhanden), und durch das rudimentäre Zungenbein.

Vermöge der bedeutenden Erweiterungsfähigkeit der Mundhöhle — welche auf der grossen Beweglichkeit der Kiefer und der Gaumenpartie beruht — und des Fehlens eines Brustbeines sind die Schlangen im Stande, sehr grosse Beute zu verschlingen; sie nehmen nur in sehr grossen Zwischenräumen (bis zu mehreren Monaten) Nahrung zu sich. Einige Schlangen (die Giftnattern und die Ottern) sind mit grossen Giftzähnen versehen, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie an der Vorderseite mit einer tiefen Rinne versehen sind, deren Ränder an einander schliessen oder gar verschmolzen sind; nur an der Basis des Zahnes und in der Nähe der Spitze ist sie offen. Der Giftzahn — es ist zur Zeit immer jederseits nur einer vorhanden — hat stets seinen Platz vorn im Oberkieferbein, und die in seinen Kanal führende Oeffnung an der Basis steht mit dem Ausführungsgang einer hinter dem Kopf liegenden Giftdrüse in Verbindung [1]), welche als eine eigenthümlich ausgebildete Mundhöhlendrüse aufzufassen ist. In der Schleimhaut der Mundhöhle hinter dem Giftzahn findet man mehrere Ersatzzähne für denselben auf verschiedener Entwicklungsstufe. Wenn der Zahn nicht benutzt wird, ist er von einer Falte der Mundhaut bedeckt, aus welcher er durch eine Bewegung des mit ihm unbeweglich verbundenen Oberkieferbeines hervortritt. Bei den Ottern ist das Oberkieferbein sehr kurz und trägt keine anderen Zähne als den Giftzahn, bei den Giftnattern finden sich hinter dem Giftzahn noch einige kleine, einfache Zähne im Oberkiefer. — Bei einer Gruppe von Schlangen sind einer oder mehrere der hintersten Oberkieferzähne an der Vorderseite mit einer offenen Längsfurche versehen: Furchenzähne. Es hat sich ergeben, dass diese Zähne (immer?) ebenfalls mit einer Giftdrüse in Verbindung stehen, und dass kleine Thiere, welche von den betreffenden Schlangen gebissen werden, bald sterben.

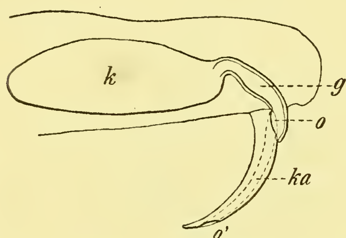


Fig. 349. Giftdrüse und Giftzahn einer Schlange, Schema. *k* Drüse, *g* Ausführungsgang derselben, *ka* Giftkanal, *o* obere, *o'* untere Oeffnung desselben. — Orig.

Von der grossen Abtheilung der Schlangen führen wir im Folgenden einige Beispiele an.

1. Die Riesenschlangen (*Peropoda*) besitzen Rudimente von Hintergliedmaassen in Form eines kleinen, krallenartigen Fortsatzes zu jeder Seite des Afters. Zähne einfach. Hierzu gehören die grössten Schlangenformen: *Python* (bis ca. 10 m lang), mehrere Arten in Asien und Afrika, das Weibchen brütet seine Eier aus (seine Körperwärme steigt in der Brutzeit bedeutend über die der Umgebung); *Boa constrictor* in Südamerika, bis ca. 6 m.

2. Die Nattern (*Colubridae*). Ebenso wie alle folgenden ohne Hintergliedmaassen. Zähne einfach. Von dieser Gruppe findet man in Deutschland allgemein verbreitet die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*), an den zwei grossen, gelben Flecken am Hinterkopfe leicht kennt-

1) Die Giftdrüse mündet eigentlich frei an der Mundhöhlenwand, und die obere Oeffnung des Giftzahns ebenfalls; beide Oeffnungen liegen aber ganz dicht bei einander, und der Rand der Drüsenöffnung legt sich dicht an den Zahn um die Zahnöffnung heran, so dass das Gift nicht in den Mund hinabfliessen kann (vergl. Fig. 349).

lich, und die glatte Natter (*Coronella austriaca* oder *laevis*), kleiner, röthlichgrau. Selten und local sind die Würfelnatter (*Trop. tesselatus*) und die Aesculapnatter (*Coluber Aesculapii*) am Rhein etc.

3. Die Furchenzähner (*Opisthoglypha*) besitzen hinten im Oberkiefer einen oder mehrere Furchenzähne. Hierzu gehören die Peitschenschlangen (*Dryophis* u. a.), eine in den Tropen einheimische Gruppe von Schlangen, welche sich durch ihren ausserordentlich langen, dünnen Körper und durch den zugespitzten Kopf auszeichnen; sie leben auf Bäumen.

4. Die Giftnattern (*Proteroglypha*) besitzen vorn im Oberkiefer einen Giftzahn mit einer feinen Furche an der Vorderseite (vergl. 348, *C—D*) und hinter demselben einige kleine, einfache Zähne.

a. Die Brillenschlange (*Naja tripudians*) kann die Körperhaut hinter dem Kopfe zu einer breiten Scheibe ausbreiten, indem sie die vordersten Rippen nach der Seite richtet; an der Scheibe zeigt sich dann eine brillenähnliche Figur. 2 m lang. Indien. — Die Korallennattern (*Elaps*), roth und schwarz geringelt, kleiner, in Südamerika. Mehrere andere Gattungen von Giftnattern in den wärmeren Ländern.

b. Die Seeschlangen (Gatt. *Hydrophis* u. a.) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass der Schwanz stark zusammengedrückt und die Bauchschienen sehr klein, schuppenartig sind. Zahlreiche Arten im Indischen und Grossen Ocean, gewöhnlich kleinere Thiere (selten länger als die Ringelnatter, oft kleiner); ihr Biss gefährlich.

5. Die Ottern (*Solenoglypha*). Der grosse Giftzahn ist der einzige Zahn im Oberkieferbein; er besitzt keine Furche an seiner Vorderseite. Der Kopf in der Regel hinten breit, scharf vom Rumpfe abgesetzt.

a. Die Kreuzotter (*Vipera berus*) mit Zickzackbinde längs der Rückenmitte. Lebendiggebärend. Besonders in Haidegegenden, in Deutschland an manchen Orten häufig. — Die etwas grössere Sandviper (*Vipera ammodytes*) mit nach oben gerichtetem Fortsatz der Schnauzenspitze lebt in den Mittelmeerländern, Oesterreich, Südbayern.

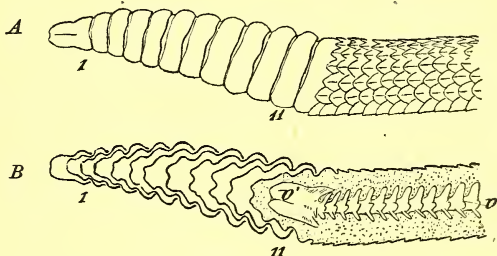


Fig. 350. *A* Schwanzende einer Klapperschlange mit 11 Dütchen (*1* die älteste, *11* die jüngste). *B* dasselbe der Länge nach durchschnitten, *v* Wirbelsäule. *v'* letztes, aus mehreren verwachsenen Wirbeln bestehendes, Glied der Wirbelsäule (die umgebenden Weichtheite punktirt); die durchschnittenen Dütchen je durch eine dicke Linie angegeben. Wie aus einem Vergleich beider Figuren erhellt, tritt von jedem Dütchen (mit Ausnahme des ältesten, *1*) nur der hintere Theil als ein gewölbter Ring hervor; der übrige Theil ist von dem nächst älteren Dütchen verborgen. — Nach Garman.

b. Die Grubenottern (*Crotalidae*) zeichnen sich durch den Besitz einer tiefen Grube jederseits zwischen dem Auge und der Nasenöffnung aus. Dazu gehören die meisten dem Menschen gefährlichen Giftschlangen der wärmeren Länder. Die Klapperschlangen (*Crotalus*) unterscheiden sich von den anderen Grubenottern dadurch, dass sie am Schwanzende mehrere in einander steckende, lose, rasselnde Horndütchen besitzen, Ueberreste von abgestossenen Häuten (vergl. Fig. 350); mehrere Arten (bis über 2 m) in Nord- und Südamerika. Die meistens kleineren, aber ebenso gefährlichen *Trigonocephalus*-Arten leben in Ostindien und Amerika.

3. Ordnung. **Schildkröten** (*Testudinata*).

Die zahnlosen Kiefer sind von einer Hornscheide mit scharfem Rande bekleidet. In der Rumpflederhaut sind grosse Knochenplatten vorhanden, welche gewöhnlich mit ihren Rändern an einander stossen und durch Zacken in einander greifen und so eine zusammenhängende Knochenkapsel um denjenigen Theil des Körpers bilden, welcher zwischen den Vorder- und Hintergliedmaassen liegt; vorn besitzt diese Kapsel eine grosse Oeffnung für Kopf und Vorderbeine, hinten für Schwanz und Hinterbeine. An der Rückenseite finden sich drei Längsreihen von Knochenplatten, von welchen die mittlere Reihe mit den Wirbeln verbunden ist (Wirbelplatten), während die beiden anderen mit den Rippen (eine Platte mit jeder Rippe) verwachsen sind; zu äusserst, ausserhalb dieser drei Reihen, findet sich eine Reihe von kleineren Randplatten. Auf der Bauchseite sind nur zwei Plattenreihen vorhanden; am vorderen Ende finden sich eine unpaare Platte und vor dieser ein Plattenpaar: erstere entspricht wahrscheinlich dem Vorderbrustbein, letzteres den Schlüsselbeinen der übrigen Reptilien. Die Knochenplatten bilden übrigens nicht bei allen Schildkröten eine solche zusammenhängende Knochenkapsel; bei den Seeschildkröten z. B. schliessen die Platten nicht überall an einander, sondern es sind an manchen Stellen grössere unverknöcherte Lederhautpartien zwischen ihren Rändern vorhanden. Diejenige Partie des Körpers, in welcher die Knochenplatten liegen, ist äusserlich gewöhnlich von grossen Hornschildern gedeckt, welche durch Furchen getrennt sind; ihre Grenzen entsprechen denen der Knochenplatten nicht, wenn auch ihre Anordnung eine ähnliche ist. Der übrige Theil des Körpers ist von kleineren Schuppen und Schildern bedeckt; in einigen Schuppen können zuweilen ähnlich wie bei gewissen Sauriern kleine Knochenplatten sich entwickeln.

Die Schildkröten ernähren sich theils von Pflanzen, theils von Thieren. Sie leben auf dem Lande, im Süsswasser oder im Meere. Es sind träge, langsame Thiere. Manche sind im Stande, Kopf und Gliedmaassen unter den Schildrand einzuziehen.

1. Die Sumpfschildkröten (*Emydae*) sind meistens abgeplattete Thiere, mit Schwimmhaut zwischen den Zehen. Leben im Süsswasser, manche gehen aber auch aufs Land. In Deutschland lebt die *Emys europaea* (oder *lutaria*). — Mehr ausschliessliche Wasserthiere sind die Flussschildkröten (Gatt. *Trionyx* u. a.) mit grossen Schwimmfüssen (mit je drei Krallen), Schild ohne Hornplatten; bissige Thiere. Asien, Afrika, Nordamerika.

2. Die Landschildkröten (*Testudinidae*) sind mit den Sumpfschildkröten nahe verwandt; sie unterscheiden sich besonders durch das stark gewölbte Rückenschild und die sehr verkürzten Füsse, deren Zehen verwachsen und mit kurzen Krallen versehen sind (Klumpfüsse). In Süd-Europa lebt die Griechische L. (*Testudo graeca*).

3. Die Seeschildkröten (*Cheloniae*) haben ein abgeplattetes Schild und unbeweglich verbundene Zehen ohne Krallen oder nur mit Krallenrudimenten; die Vordergliedmaassen weit grösser als die Hintergliedmaassen, mächtige flossenartige Ruderwerkzeuge. Sie erreichen eine bedeutende Grösse. Leben im Meere, die Eier werden jedoch auf dem Lande abgelegt (sie werden im Ufersande vergraben). Eine Art im Mittelmeer.

4. Ordnung. **Krokodile** (*Crocodilia*).

Diese Ordnung weicht in manchen Beziehungen von den übrigen jetzt lebenden Reptilien ab und nähert sich den Vögeln und Säugethieren (in dieser Beziehung sind die getheilte Herzkammer, die Ausbildung des Gehirns und des Schneckenganges, sowie die in Zahnhöhlen angebrachten Zähne hervorzuheben). Die Krokodile sind grossköpfige Thiere mit den Nasenlöchern an der Oberseite der Schnauzenspitze, mit Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen und mit einem langen, zusammengedrückten Schwimmschwanz; Krallen sind nur an den drei inneren Zehen jedes Fusses vorhanden (an den Vorderfüssen 5, an den Hinterfüssen 4 Zehen). In der Haut finden sich zahlreiche Knochenplatten (besonders an der Rückenseite). Der After eine Längsspalte. Ueber die Art, wie sie mit geöffnetem Mund im Wasser athmen, und über andere Verhältnisse vergleiche oben.

Die Krokodile, welche eine Länge von etwa 10 m erreichen können, leben in wärmeren Ländern im Süsswasser (selten im Meere an der Küste), gehen jedoch auch aufs Land; es sind gefrässige Raubthiere und Aasfresser. Die Eier werden auf dem Lande abgelegt, entweder in die Erde eingegraben oder zwischen verwesenden Pflanzentheilen und Aehnlichem angebracht; die Mutter überwacht die Eier und zuweilen auch die Jungen.

Die jetzt lebenden Krokodile werden in drei Gruppen getheilt: 1) Kaimane (*Alligator*) mit kurzer Schnauze und unvollständiger Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen; der 4. Unterkieferzahn greift in ein Loch des Oberkiefers; Amerika (eine Art in Ostasien). 2) Echte Krokodile (*Crocodilus*) mit langer Schnauze und vollständiger Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen; der 4. Unterkieferzahn greift in einen Ausschnitt an der Seite des Oberkieferrandes; sowohl in der alten als in der neuen Welt. 3) Gaviale (*Rhamphostoma*) mit sehr langer und schmaler Schnauze, vollständiger Schwimmhaut; der 4. Unterkieferzahn greift in einen Ausschnitt am Oberkiefer; Ostindien. Diese drei Gruppen sind übrigens durch Zwischenformen mit einander verbunden: es giebt Crocodilus-Arten, welche sich den Alligatoren nähern, und einen Gavial, welcher den Uebergang zum Crocodilus vermittelt.

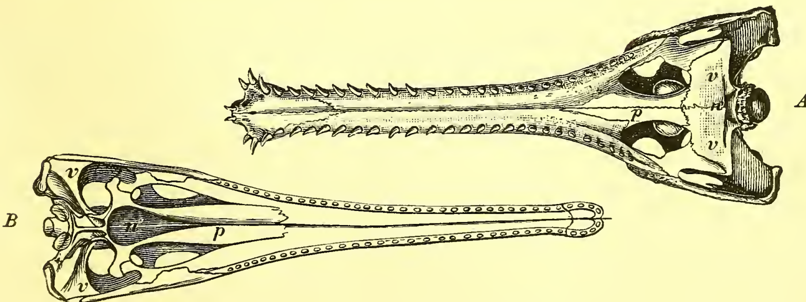


Fig. 351. *A* Schädel eines Gavials, *B* eines *Teleosaurus*. *n'* innere Nasenlöcher, *p* Gaumen-, *v* Flügelbein.

Die ältesten bekannten Krokodilformen aus der Triaszeit (*Belodon* u. a.) sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass sie in Bezug auf die

Lage der inneren Nasenlöcher den Sauriern und Schildkröten ähnlich waren: Gaumen- und Flügelbeine bilden keine Röhre, die inneren Nasenlöcher münden viel weiter vorn als bei den jetzt lebenden. Die aus der Juraformation und ein Theil der aus der Kreideformation bekannten Krokodile (*Teleosaurus* [Fig. 351 *B*] u. a.) nähern sich in Bezug auf die Stellung der inneren Nasenlöcher den jetzt lebenden, indem die Gaumenbeine (nicht aber die Flügelbeine) zusammentreten und eine Röhre bilden, wodurch die inneren Nasenlöcher weiter nach hinten gerückt werden. Alle diese älteren Krokodilformen weichen auch darin von den jetzt lebenden ab, dass die Wirbelkörper sowohl vorn als hinten etwas ausgehöhlt sind. Die Krokodile der Tertiärzeit und ein Theil derjenigen der Kreidezeit schliessen sich dagegen vollständig an die jetzt lebenden an: die Flügelbeine nehmen an der Bildung des Nasenkanals Theil, und die Wirbel sind wie bei diesen vorn concav, hinten convex. Es zeigt sich somit innerhalb der Ordnung der Krokodile eine sehr interessante Stufenfolge durch die Zeiten.

Während manche ausgestorbenen Reptilien, z. B. die soeben genannten Krokodilformen und viele andere, sich in die auch in der Jetztzeit vertretenen Ordnungen einfügen lassen, giebt es zahlreiche andere, welche Ordnungen bilden, die ohne jetzt lebende Vertreter sind. Mehrere dieser Gruppen bieten ein bedeutendes Interesse dar; wir wollen kurz die wichtigsten derselben betrachten.

Die **Walsaurier** [1]) (*Ichthyosauria*) nehmen unter den Reptilien einen ähnlichen Platz ein wie unter den Säugethieren die Wale, und im Habitus erinnern sie stark an letztere Gruppe. Der Kopf (besonders die Schnauzenpartie) ist von kolossaler Grösse, der Hals ungemein kurz, der Schwanz

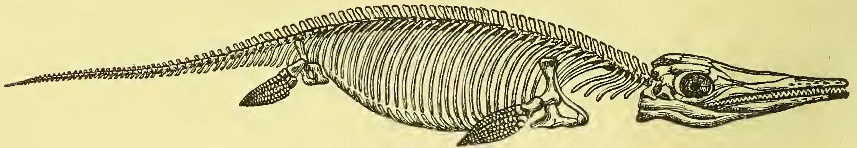


Fig. 352. Ein Walsaurier.

sehr lang und kräftig; beide Gliedmaassenpaare sind ähnlich wie die Flossen der Wale gebildet: sie stellen kurze, breite Platten dar, alle Gliedmaassenknochen waren unbeweglich verbunden und sehr verkürzt, die Zehen — deren oft mehr als fünf an jedem Fuss vorhanden waren — waren von einer gemeinsamen Haut umschlossen, krallenlos, die Anzahl der Glieder jeder Zehe sehr gross (jedes Glied aber sehr kurz). Von anderen Charakteren führen wir an, dass die Sehnenhaut der grossen Augen mit einem Kranz von Knochenplatten versehen war; die Wirbelkörper waren sehr gross und vorn und hinten stark ausgehöhlt, das Becken war nicht mit der Wirbelsäule verbunden, die Hintergliedmaassen schwächer als die Vordergliedmaassen, die Zähne sassen in Zahnhöhlen (welche in jedem Kieferrand eine zusammenhängende Furche bildeten, was auch bei einzelnen anderen Thieren, z. B. bei gewissen Walen, vorkommt). Die Walsaurier waren Meeresthiere, z. Th. von sehr ansehn-

---

1) Auch „Fischsaurier" genannt.

licher Grösse (10 m und mehr); sie lebten in der (Trias-), Jura- und Kreideformation.

Die **Schwanensaurier**[1]) (*Plesiosauria*) bilden einen anderen ausgestorbenen Typus von Meeresreptilien, welche in einigen Beziehungen den Ichthyosauren ähnlich, in anderen Punkten denselben recht unähnlich sind. Der Kopf der Plesiosauren ist klein, zuweilen sogar sehr klein, der Hals dagegen lang, am längsten bei den mit dem kleinsten Kopfe versehenen Formen. Das Gedrungene, Fischartige in der Leibesform der

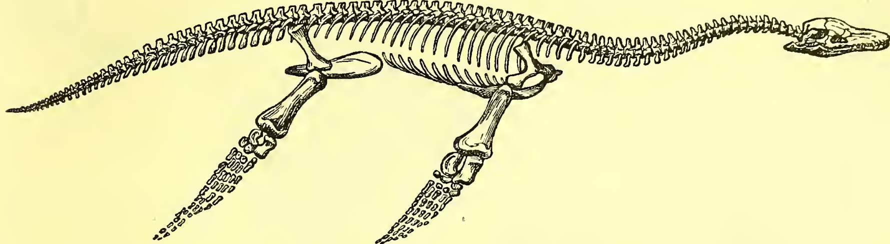


Fig. 353. Ein Schwanensaurier.

Walsaurier fehlt somit hier völlig. Vorder- und Hintergliedmaassen sind wie bei letzteren krallenlos und walflossenähnlich; meistens sind sie jedoch grösser als bei den Ichthyosauren, die Knochen sind nicht so stark verkürzt, und die Anzahl der Zehen übersteigt 5 nicht. Sie erreichten eine ähnliche Länge wie die Ichthyosauren. Trias, Jura, Kreide.



Fig. 354. Ein Flugsaurier, restaurirt. — Nach Zittel, geändert.

Die **Flugsaurier** (*Pterosauria:* Gatt. *Pterodactylus, Rhamphorhynchus* u. a.) waren besonders dadurch ausgezeichnet, dass die Vordergliedmaassen zu wirklichen Flugorganen ausgebildet waren. Jedes Vorderbein besass 4 Finger, von welchen die drei inneren (No. 1, 2, 3) nicht besonders ausgebildet waren, während der vierte nebst dem zugehörigen Mittelhandknochen stark verlängert war und im Rande der grossen Flughaut seinen Platz hatte; die Flughaut, von welcher man in einigen Fällen Abdrücke gefunden hat, war von jenem Finger zum Rumpf ausgespannt. Der Kopf, besonders die vordere Partie, war von ansehnlicher Grösse, in der Sehnenhaut war ein Knochenring vorhanden; Zähne sind gewöhnlich

1) Gewöhnlich, wenig glücklich, „Schlangensaurier“ genannt.

vorhanden und sitzen in Zahnhöhlen; das Brustbein besitzt einen Kamm, welcher den grossen, die Flügel bewegenden Brustmuskeln zur Anheftung gedient haben wird; die Knochen waren pneumatisch (ebenso wie bei

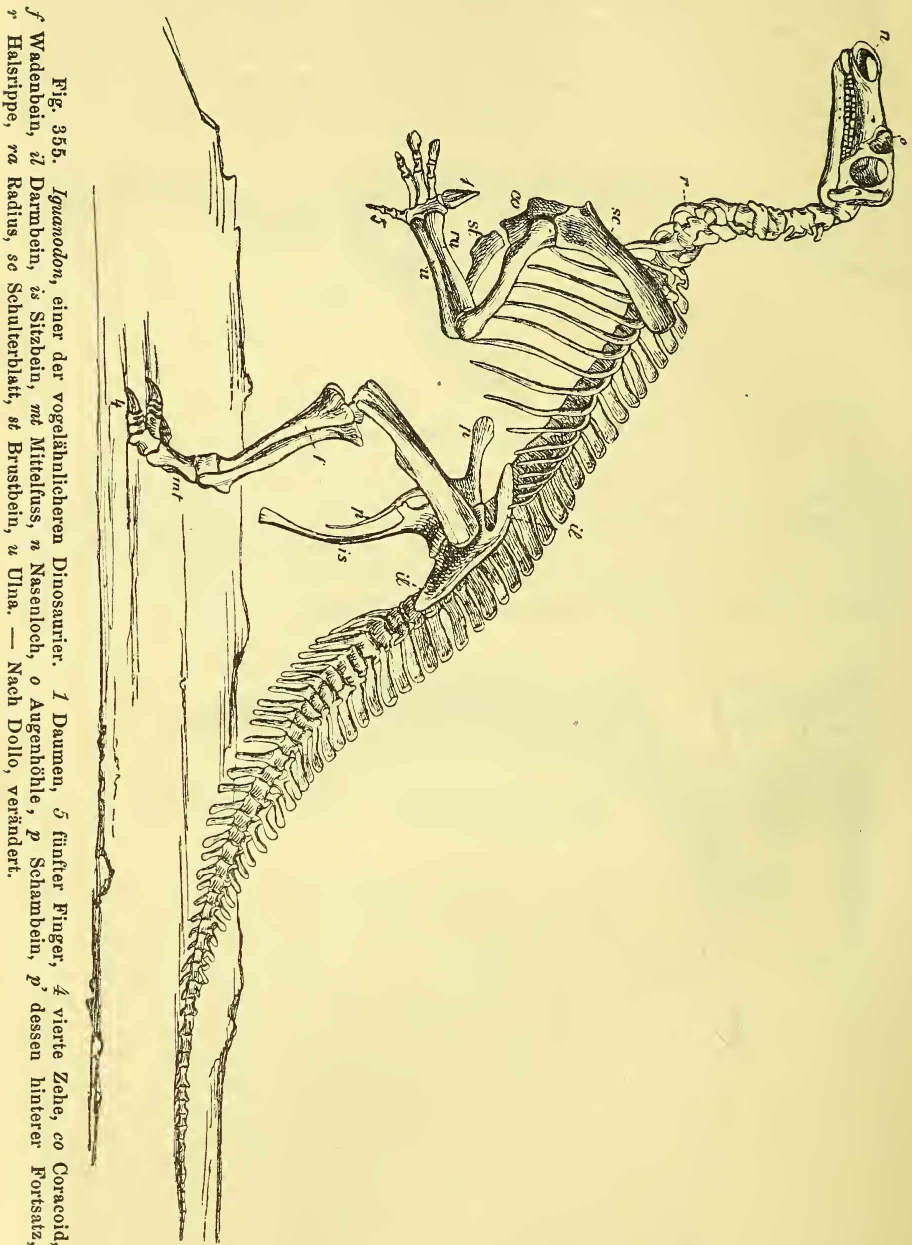


Fig. 355. *Iguanodon*, einer der vogelähnlicheren Dinosaurier. *1* Daumen, *5* fünfter Finger, *4* vierte Zehe, *co* Coracoid, *f* Wadenbein, *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *mt* Mittelfuss, *n* Nasenloch, *o* Augenhöhle, *p* Schambein, *p'* dessen hinterer Fortsatz, *r* Halsrippe, *ra* Radius, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein, *u* Ulna. — Nach Dollo, verändert.

den Vögeln). Die Flugsaurier, welche unter den Reptilien eine ähnliche Stellung einnehmen wie die Fledermäuse unter den Säugethieren, waren grösstentheils kleinere Thiere, welche in der Jura- und Kreideformation lebten.

Die **Dinosaurier** (*Dinosauria*) sind eine aus zahlreichen Formen bestehende Reptilien-Gruppe, welche dadurch vom grössten Interesse werden, dass sie den Uebergang von den Reptilien zu den Vögeln bilden, und zwar derart, dass wir innerhalb der Abtheilung einerseits Formen finden, welche anderen Reptilien ziemlich nahe stehen, andererseits solche, welche sich den Vögeln immer mehr nähern. Die Dinosaurier waren Landthiere, zum grössten Theil von ansehnlicher, theilweise von kolossaler Grösse, grösser als die allergrössten jetzt lebenden Landsäugethiere (bei einer Art ist das Oberschenkelbein 2—3 m lang und sehr dick); man findet jedoch auch kleine Formen unter ihnen. Die Gliedmaassen sind kräftig ausgebildet; bei einigen sind Vorder- und Hintergliedmaassen ungefähr von gleicher Länge, häufiger aber jene kleiner,

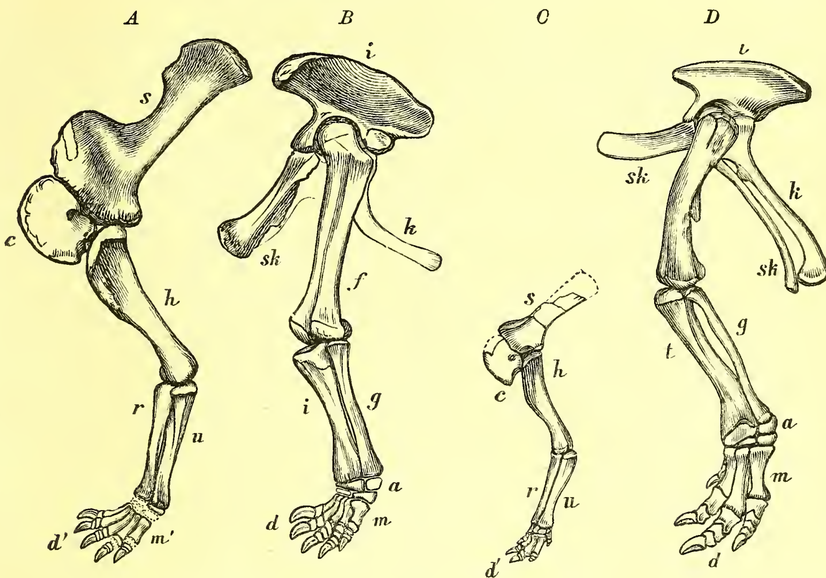


Fig. 356. *A—B* Vorder- und Hintergliedmaasse eines der Dinosaurier, welche den Vögeln ferner stehen (*Morosaurus grandis*). *C—D* do. eines vogelähnlicheren Dinosaurs (*Camptonotus dispar*). *a* Fusswurzel, *c* Coracoid, *d* Zehen, *d'* Finger, *f* Oberschenkel, *g* Wadenbein, *h* Oberarm, *i* Darmbein, *k* Sitzbein, *m* Mittelfuss, *m'* Mittelhand, *r* Radius, *s* Schulterblatt, *sk* Schambein, *t* Schienbein, *u* Ulna. — Nach Marsh.

zuweilen sogar viel schwächer als die Hintergliedmaassen, und manche Dinosaurier bewegten sich offenbar ausschliesslich auf letzteren, vielleicht springend fort; unter denen mit stärkeren Hintergliedmaassen waren einige Zehengänger, während andere Reptilien mit dem ganzen Fuss auftreten. Der Schwanz ist lang und kräftig. Sehr merkwürdig ist das Becken: das Darmbein ist stark nach vorn, vor der Gelenkpfanne, verlängert, was bei anderen Reptilien nicht der Fall ist, während dies mit dem übereinstimmt, was man bei den Vögeln findet; und bei denjenigen Dinosauriern, welche mit kleinen Vordergliedmaassen versehen sind (z. B. *Iguanodon*, Fig. 355), hat das Schambein eine sehr merkwürdige Form, indem von der Basis desselben ein langer, dünner Fortsatz (*p'*) entspringt, welcher nach hinten (ungefähr in entgegengesetzter Richtung wie der Hauptast), dem oft langen und dünnen Sitzbein parallel und dicht angelagert,

verläuft. Die Sacralwirbel sind in grösserer Zahl als sonst bei den Reptilien vorhanden (4 oder mehr) und mit einander verwachsen. Von anderen Charakteren sind hervorzuheben, dass die obere Reihe der Fusswurzelknochen bei manchen mit dem Schienbein unbeweglich verbunden (oder gar verwachsen) ist; das Schienbein ist an der Vorderseite mit einem vorspringenden Längskamm versehen. Die Form des Oberschenkelbeins und des Schienbeins ist stark von derjenigen anderer Reptilien abweichend und sehr vogelähnlich, etc. (Vergl. übrigens die unten beim Vogelskelet gemachten Bemerkungen.) — Die Dinosaurier lebten in der Trias-, Jura- und Kreideformation.

5. Classe. Vögel (*Aves*).

Die hervorragendste Eigenthümlichkeit in der allgemeinen äusseren Gestalt des Vogelkörpers liegt in der Ausbildung der Gliedmaassen, indem die hinteren ausschliesslich zum Gehen oder Springen (zuweilen auch zum Schwimmen) entwickelt sind, während die Vordergliedmaassen niemals Gehwerkzeuge, sondern — mit wenigen Ausnahmen — Flugwerkzeuge sind. Der Körper wird gewöhnlich von den Hintergliedmaassen in einer halb aufrechten Stellung getragen; er ruht nur auf den Zehen, nicht auf dem, sehr schlanken, Mittelfuss. Der Hals ist von ansehnlicher Länge, sehr beweglich, der Rumpf kurz; der Schwanz ist bei allen jetzt lebenden Vögeln kurz, die grossen demselben angehefteten Steuerfedern [1]) geben ihm aber anscheinend eine grössere Länge. Eine eigenthümliche Entwicklung bietet die Gesichtspartie (der Schnabel) dar, welche gewöhnlich verlängert und mit Hornscheiden umgeben ist.

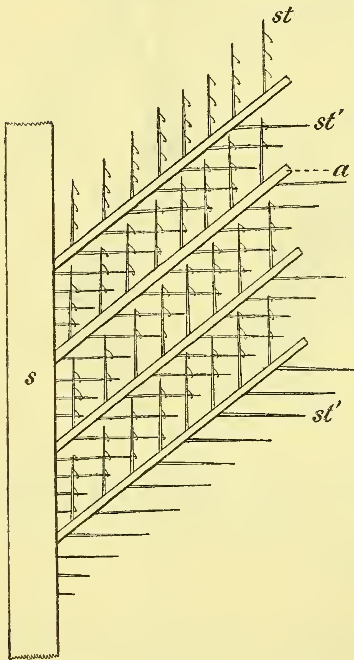


Fig. 357. Stückchen einer Feder, Schema. *s* Schaft, *a* Ast, *st* Strahlen einer vorderen Reihe mit Häkchen, *st'* Strahlen der hinteren Reihen; erstere decken über letztere hin und greifen mit den Häkchen um ihren Rand. — Orig.

Die Haut ist fast in ihrer ganzen Ausdehnung mit Federn bedeckt, complicirten, aus verhornten Oberhautzellen bestehenden Anhängen, welche in ihrer ersten Anlage kleine Hautwarzen sind, die sich aber bald in sackförmige Vertiefungen der Haut, die späteren Federbälge, einsenken; aus der die Warze überkleidenden Oberhautschicht entwickelt sich die Feder [2]). Die Federn erscheinen unter verschiede-

1) Wenn in Beschreibungen von Vögeln von einem langen oder kurzen Schwanz die Rede ist, so bezieht sich das immer auf die Länge der Steuerfedern.

2) Es sind jedoch nur die Anlagen des ersten Federkleides des jungen Vogels, welche als freie Warzen an der Oberfläche auftreten; die Anlagen der späteren Federn sind zwar ähnliche Warzen, welche aber am Grunde der Bälge der vorhergehenden Federn entstehen.

nen Formen. Die Deck- oder Contourfedern, d. h. die festeren Federn, welche wenigstens mit ihrem distalen Theil an die Oberfläche treten und die äusseren Umrisse des Vogels bilden (im Gegensatz zu den darunter liegenden Dunen), bestehen aus folgenden Theilen: Proximal findet sich eine kurze, cylindrische, hohle Spule, welche in den Federbalg, eine mehr oder weniger tiefe Hauteinstülpung, eingesenkt ist. Die Spule setzt sich in den Schaft fort, welcher auswendig aus einer festeren Hornschicht, innerlich aus einer lockreren Hornmasse besteht und nach der Spitze zu dünner wird. (Spule und Schaft bilden zusammen den Kiel der Feder.) Vom Schaft entspringt nach jeder Seite eine Reihe von Aesten, welche wieder mit je zwei Reihen von

Fig. 358.

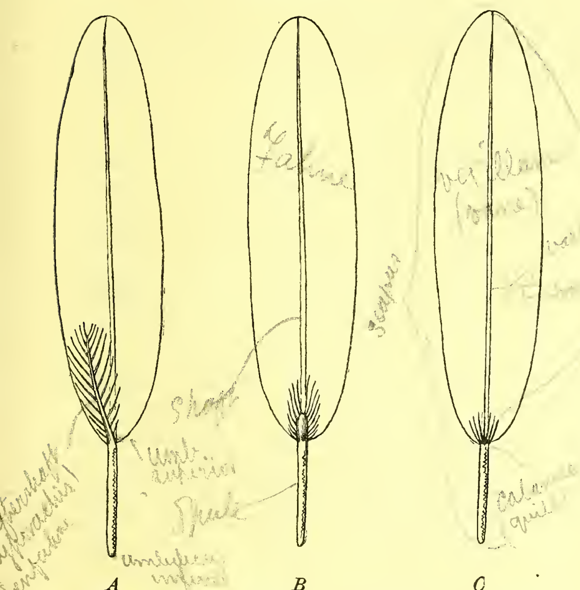


Fig. 359.

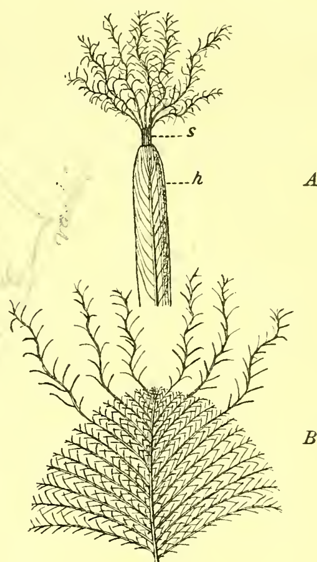


Fig. 358. Schemata verschiedener Federn um die verschiedenartige Entwicklung der Nebenfahne zu erläutern; Hauptfahne nur in Umriss. — Orig.

Fig. 359. *A* Dune eines jungen Vogels, der Spitze der noch von einer Hornhülle (*h*) umgebenen nachfolgenden Feder aufsitzend. *s* Spule der Dune. — *B* Spitze einer Deckfeder mit einigen noch sitzen gebliebenen Dunenästen. Schemata. — Orig.

Strahlen versehen sind; die Aeste und den Schaft bezeichnen wir zusammen als die Fahne. Am distalen Abschnitt der Feder — dieser kann einen grösseren oder kleineren Theil der Feder ausmachen — sind die Aeste steifer, zusammengedrückt (ihre Flächen denjenigen der benachbarten Aeste zugewendet) und mit verhältnissmässig kurzen Strahlen versehen, von welchen die der vorderen Reihe sich schräg über die Strahlen der hinteren Reihe des davorsitzenden Astes legen. Ferner sind die Strahlen der vorderen Reihe mit je einer Reihe feiner, haarartiger, mikroskopisch kleiner Anhänge versehen, von welchen einige an der Spitze umgebogen sind und die Strahlen der hinteren Reihe des davorsitzenden Astes umgreifen; durch diese Häkchen werden die Aeste zu einer zusammenhängenden Platte zusammengeheftet. Im proxi-

malen Theil der Fahne sind die Aeste weicher und dünner, die Strahlen lang und weich, aber ohne Häkchen; dieser Theil der Fahne, welcher von anderen Federn überdeckt ist, hat somit einen weichen, lockeren, dunenartigen Charakter. An der Grenze von Spule und Schaft entspringt von der nach innen gekehrten Seite der Feder häufig ein kleinerer, dünnerer Schaft (der Afterschaft), welcher eine doppelte Reihe weicher Aeste trägt: den Afterschaft mit seinen Aesten bezeichnen wir als die Nebenfahne. Dieser Theil ist zuweilen kräftig ausgebildet (z. B. bei Hühnervögeln, Fig. 358 *A*), gewöhnlich jedoch ziemlich schwach (*B*); sein Schaft ist manchmal rudimentär, so dass die Nebenfahne durch ein Büschel dicht neben einander entspringender Aeste vertreten ist (*C*). Von den Deckfedern sind besonders Schwung- und Steuerfedern hervorzuheben, die kräftigsten, steifsten, meistens auch die längsten Federn am Körper; ihnen fehlt in der Regel eine Nebenfahne, und der dunenartige (proximale) Theil ist sehr klein oder fehlt; sie sitzen in sehr tiefen Federbälgen, die Schwungfedern in einer Reihe längs des Aussenrandes des Unterarms und der Hand, die Steuerfedern am Schwanze.

Bei dem ausgestorbenen *Archaeopteryx* sassen die Steuerfedern in zwei Längsreihen, einer an jeder Seite des langen Schwanzes. Auch bei manchen jetztlebenden Vögeln sitzen sie in zwei deutlichen schrägen Längsreihen an dem stark verkürzten Schwanz; bei anderen verkürzt sich aber der Schwanz dermaassen, dass die beiden Längsreihen zu einer gebogenen Querreihe werden.

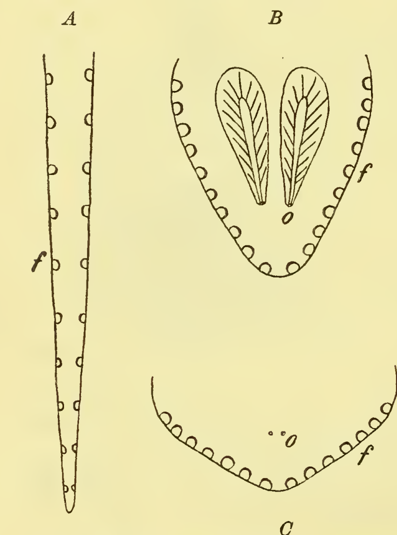


Fig. 360. Schwanz von: *A Archaeopteryx*, *B* Schwan, *C* Huhn, von oben gesehen. Schemata, um die Anordnung der Steuerfedern zu zeigen. *f* Oeffnungen der Federbälge der Steuerfedern. *o* Oeffnungen der Bürzeldrüsen (in *B* sind letztere auch schematisch mit angedeutet). — Orig.

Die Dunen (Flaumfedern), welche im Allgemeinen von den Deckfedern ganz überdeckt werden, unterscheiden sich von diesen dadurch, dass die ganze Fahne denselben Charakter hat wie dort der proximale Theil: sie besteht aus lauter weichen, oft sehr langen Aesten, welche mit langen, hakenlosen Strahlen besetzt sind; dabei ist der Schaft dünn und schwach, oft sogar völlig rudimentär, so dass die Aeste dicht neben einander am distalen Ende der Spule entspringen. Eine Nebenfahne ist an den Dunen häufig vorhanden; sie ist nicht selten fast ebenso kräftig wie die Hauptfahne. Die Dunen sind meistens weisslich oder grau, während die Deckfedern sehr verschieden gefärbt sind. — Beide genannten Hauptformen von Federn gehen übrigens ganz allmählich in einander über: es giebt Dunen, welche sich durch einen kräftigeren Schaft etc. den Deckfedern nähern, und umgekehrt Deckfedern, welche so locker und weich sind oder einen so kleinen zusammengehakten Theil besitzen, dass sie am Uebergang zu den Dunen stehen.

Eine besondere Form von Dunen sind die sogenannten Faden-

federn, ganz schwache Federchen mit langem, dünnem Schaft, welcher erst gegen die Spitze hin eine geringe Anzahl von Aesten trägt; sie sind fast bei allen Vögeln vorhanden, entspringen immer dicht bei den Deckfedern.

Von eigenthümlich entwickelten Federn sind beispielsweise folgende hervorzuheben: Die borstenartigen Federn, welche bei manchen Vögeln an gewissen Theilen des Kopfes vorkommen; ihnen fehlen die Aeste, oder solche sind nur in geringer Anzahl am Grunde des Schaftes vorhanden. Die Deckfedern bei den Straussenvögeln, an denen Häkchen gänzlich, auch an den distalen, steiferen Aesten, fehlen; bei den Kasuaren und dem Emu sind die Federn ausserdem dadurch merkwürdig, dass Haupt- und Nebenfahne gleich stark entwickelt sind. Die Schwungfedern des Kasuars, deren lange, steife Schäfte ganz astlos sind.

Die jungen Vögel, welche kürzlich das Ei verlassen haben, sind bekanntlich meistens in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit Dunen bekleidet, welche in der Regel nur aus einer kurzen Spule und einem Büschel von Strahlen (Fig. 359 *A*), selten (Entenvögel, Strausse) aus der Spule, einem dünnen Schaft und Strahlen bestehen. Diese Dunen sind mit dem distalen Ende der nachfolgenden Deckfedern verbunden, und bei manchen Vögeln spaltet sich die lose Dunenspule beim Hervortreten der Feder derart, dass die weichen Strahlen der Dune an der Spitze der distalen Strahlen der Feder eine Zeit lang hängen bleiben und als weiche, äusserste Theile derselben erscheinen (Fig. 359 *B*). In der That ist die Dune als modificirter Endabschnitt der Feder, welcher sie aufsitzt, aufzufassen.

Die Deckfedern sind in der Regel nicht gleichmässig über den ganzen Körper vertheilt, sondern nehmen nur gewisse Gebiete desselben ein, die sogenannten Federfluren, welche regelmässig, bei verschiedenen Vogelformen mehr oder weniger verschieden, angeordnet sind; es findet sich z. B. eine Federflur längs der Rückenmitte, eine andere an der Aussenseite des Schenkels etc. Die zwischenliegenden Partien, die Raine, tragen Dunen — welche übrigens auch in den Fluren zwischen den Deckfedern vorkommen können — oder sind ganz federlos; die Raine sind von den Deckfedern der benachbarten Fluren überdeckt. — Eine fast gleichmässige Vertheilung der Deckfedern über den ganzen Körper findet man bei den Straussenvögeln (welche ganz dunenlos sind, wenn man nicht etwa ihre sämmtlichen Federn als Dunen bezeichnen will), bei den Pinguinen und einzelnen anderen.

Die Vögel werfen in regelmässigen Zwischenräumen, in der Regel einmal im Jahre, ihr ganzes Gefieder ab, und gleichzeitig wird dasselbe durch neugebildete Federn ersetzt; dieser Vorgang wird als Mauser bezeichnet und findet im Allgemeinen bei nordischen Vögeln im Laufe einiger Wochen im Herbst statt. Ausser dieser Herbstmauser wird öfter auch von einer Frühlingsmauser gesprochen. In der That wechseln auch manche Vögel im Frühling einige Federn, es kann also zu dieser Jahreszeit eine partielle (seltener eine vollständige) Mauser stattfinden; in manchen Fällen beruhen aber die Unterschiede, welche zwischen dem Winter- und dem Sommerkleid der Vögel zu beobachten sind, auf anderen Umständen. Bei einigen Vögeln werden im Frühling die besonders gefärbten Ränder vieler Federn abgestossen, und das Aussehen des Federkleides kann schon dadurch wesentlich verändert werden; in anderen Fällen findet aber zu dieser Jahreszeit eine wirk-

liche Aenderung der Farben der Federn, eine Verfärbung derselben, statt, welche zuweilen, z. B. bei Vögeln, die im Winter weiss, im Sommer bunt gefärbt sind, von sehr eingreifender Art sein kann. Diese Verfärbung ist um so merkwürdiger, als die Federn ausschliesslich aus Hornstoff bestehen und somit einen todten Theil des Körpers darstellen; wir haben es hier demnach wahrscheinlich mit chemischen Veränderungen zu thun, welche sich von den Lebensthätigkeiten unabhängig abspielen.

Die jungen Federn sind noch eine Zeit lang, nachdem sie ihre Spitze aus dem Federbalg hervorgestreckt haben, von einer dünnen, röhrenförmigen Hornhülle umgeben, welche die Aeste zusammenhält; diese Hülle schilfert allmählich ab. — Die sogenannten „Puderdunen", welche bei einigen Vögeln, z. B. den Reihern, vorkommen, sind Federn, welche (ähnlich etwa wie die wurzellosen Zähne gewisser Säugethiere) fortwährend aus dem Federbalg nachwachsen, während gleichzeitig ihr freies Ende abgestossen wird; der bei ihnen vorkommende Puder stammt von der zerfallenden Hornhülle her, welche am proximalen Federende immer wieder erneuert wird.

An die Bälge der grösseren Federn heften sich kleine Muskeln, welche z. B. die Steuerfedern fächerförmig ausbreiten, die gewöhnlichen Deckfedern aufrichten können etc.

Die Federn sind wahrscheinlich als modificirte Reptilienschuppen aufzufassen, worauf die Anlage derselben als warzenförmige Hauterhöhungen hindeutet. Ausserdem besitzen aber die Vögel echte Schuppen von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie diejenigen der Reptilien, aber bloss an den Hinterfüssen; diese Schuppen haben ziemlich verschiedene Formen: Höcker, Platten, Schindelschuppen. Eine eigenthümliche, grosse, kegelförmige Schuppe ist der Sporn des Hahns (und anderer männlicher Hühnervögel), welcher innerlich mit einer am Mittelfuss festwachsenden Verknöcherung versehen ist; der Sporn ist auch beim Huhn vorhanden, hier aber gewöhnlich als eine einfache, warzenförmige Schuppe[1]). — Krallen sind an den Zehen der Hinterfüsse vorhanden; sie sind bei Vögeln, welche sich meistens auf Bäumen aufhalten, lang, krumm und spitz, bei Erdvögeln kürzer und stumpfer. An den Vordergliedmaassen fehlen bei manchen Vögeln Krallen ganz; häufig ist aber eine kleine, oft rudimentäre, Kralle am Daumen vorhanden, nicht ganz selten ausserdem noch eine, in der Regel aber völlig rudimentäre, Kralle am zweiten Finger (zuweilen ist letztere nur bei den Jungen vorhanden, fehlt später); beim afrikanischen Strauss sind beide Krallen ziemlich gross und wohl entwickelt. Bei allen jetzt lebenden Vögeln fehlt eine Kralle am dritten Finger; dagegen waren bei dem ausgestorbenen *Archaeopteryx* wohlentwickelte, gebogene Krallen an allen drei Fingern vorhanden, was aus der Form des letzten Fingergliedes mit Sicherheit zu erkennen ist (Fig. 378). — Die Kieferränder und die diesen zunächst liegenden Theile des Kopfes, der Schnabel, sind gewöhnlich von einer dicken, festen Hornmasse, oft mit scharfen Rändern, bedeckt; seltener ist diese ganz oder theilweise durch eine dünnere, weichere Hornschicht ersetzt. — Eine Häutung wie bei manchen Reptilien findet bei den Vögeln nicht statt, die Hornschicht schilfert in kleineren Partien ab.

1) Auch an den Vordergliedmaassen, an der Hand, können bei einigen Vögeln ähnliche Sporen wie am Hahnenfuss vorhanden sein (welche aber nicht mit den oben erwähnten Krallen zu verwechseln sind).

Die Vögel besitzen in der Regel nur ein Paar Hautdrüsen, nämlich die grossen rundlichen Bürzeldrüsen, welche ihren Platz an der Oberseite des kurzen Schwanzes haben; sie liegen nahe beisammen, und

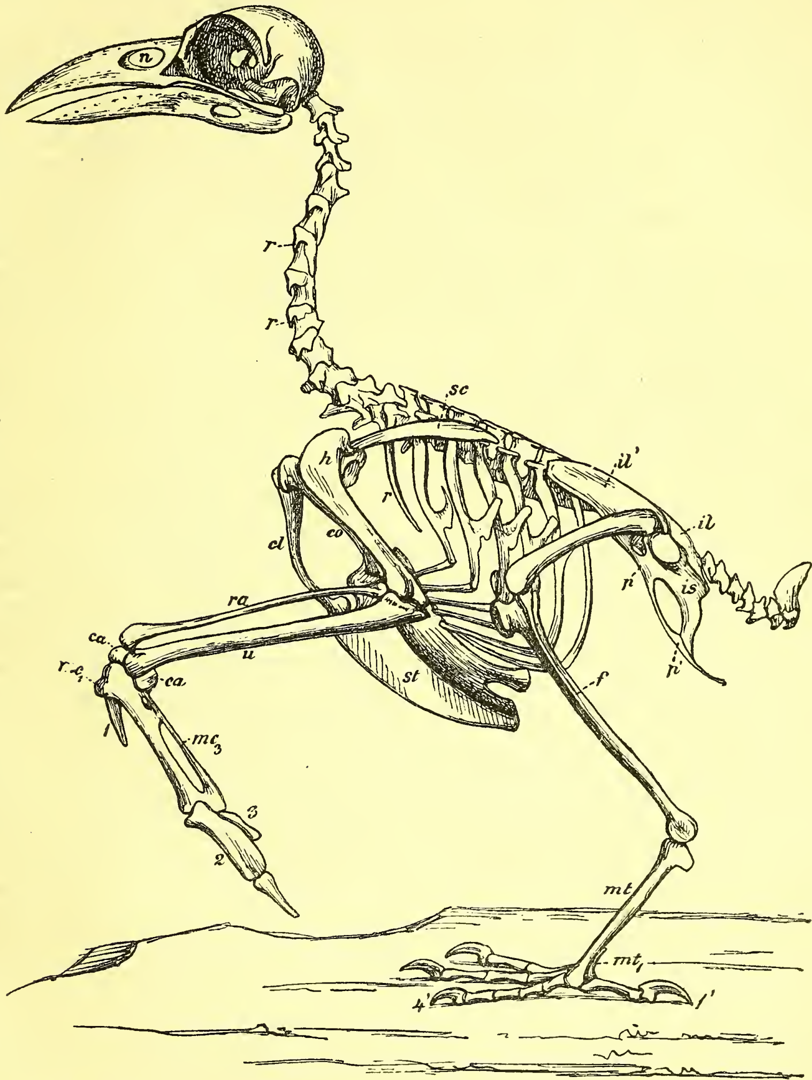


Fig. 361. Skelet eines Raben. *1*, *2*, *3* erster—dritter Finger, *1'* und *4'* erste und vierte Zehe, *ca* Handwurzel, *cl* Schlüsselbein, *co* Coracoid (grösstentheils von *h* verdeckt), *f* Wadenbein, *h* Oberarm, *il* Darmbein, *il'* dessen vordere Partie, *is* Sitzbein, mc_1 und mc_3 erster und dritter Mittelhandknochen, *mt* grosser Mittelfussknochen (aus den verwachsenen Mittelfussknochen Nr. 2—4 bestehend), mt_1 erster Mittelfussknochen, *n* Nasenloch, *p'* Schambein, *r* Halsrippen, *ra* Radius, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein, *u* Ulna. — Orig.

ihre Oeffnungen finden sich dicht neben einander, gewöhnlich auf einem kleinen Fortsatz. Jede Drüse besteht aus zahlreichen Schläuchen, welche in einen geräumigen, in den Ausführungsgang sich fortsetzenden Hohl-

raum in der Mitte der Drüse einmünden; bei einigen Vögeln hat jede Bürzeldrüse mehrere Ausführungsgänge. Die Bürzeldrüsen sondern eine ölartige Masse ab, mit welcher die Vögel mittels des Schnabels ihre Federn einschmieren; sie sind am grössten bei Vögeln, welche häufig ins Wasser gehen, fehlen bei den Straussenvögeln, einigen Papageien und einzelnen anderen.

Das Skelet. Die Wirbelsäule zerfällt in dieselben Abschnitte wie bei den Reptilien. Die Halswirbel sind zahlreich (bis zu einigen zwanzig), sehr beweglich mit einander verbunden. Der erste und zweite Wirbel sind ebenso wie bei den Reptilien als Atlas und Epistropheus entwickelt (Wirbelkörper des Atlas mit dem des Epistropheus verwachsen etc.). Uebrigens sind die Halswirbelkörper durch sattelförmige Gelenkflächen verbunden (die vordere Gelenkfläche jedes Wirbels ist von rechts nach links concav, von oben nach unten convex, die hintere umgekehrt von rechts nach links convex etc.); bei *Archaeopteryx* und einigen der Zahnvögel (*Ichthyornis*) waren die Endflächen der Wirbelkörper plan oder vorn und hinten schwach concav. Ueber die Halsrippen s. unten. Die Brustwirbel sind im Gegensatz zu den Halswirbeln in ziemlich geringer Zahl vorhanden und wenig beweglich, zuweilen sogar mit einander verwachsen; die Gelenkflächen der Wirbelkörper sind in der Regel denen der Halswirbel ähnlich. Der hinterste oder die zwei bis drei hintersten Brustwirbel, die Lendenwirbel, die Sacralwirbel und einige Schwanzwirbel sind sämmtlich mit einander verwachsen; an diese aus zahlreichen Wirbeln zusammengesetzte Partie heftet sich das Becken. Es geht hieraus hervor, dass eine als selbständiger Abschnitt hervortretende Lendenwirbelpartie bei den Vögeln fehlt; das Becken folgt unmittelbar auf die rippentragende Partie der Wirbelsäule. Bei allen jetzt lebenden Vögeln ist die Anzahl der freien Schwanzwirbel[1]) gering, gewöhnlich scheinbar 6—8, von welchen der hinterste jedoch in Wirklichkeit kein einfacher Wirbel, sondern durch Verschmelzung einer Reihe kurzer Wirbel entstanden ist, welche beim jungen Vogel noch deutlich gesondert sind; dieser hinterste Wirbel ist gewöhnlich ein hoher, zusammengedrückter Knochen. Uebrigens sind die Schwanzwirbel wie der ganze Abschnitt kurz; nur bei dem ausgestorbenen *Archaeopteryx* (Fig. 378) war ein langer, dünner, aus zahlreichen, z. Th. langgestreckten Wirbeln zusammengesetzter Schwanz vorhanden (ähnlich wie bei den meisten Sauriern). — An den Halswirbeln finden sich kurze Rippen, welche ebenso wie die der Brust oben, wo sie sich an die Wirbel ansetzen, in je zwei kurze Aeste gespalten sind; die Halsrippen sind bei den erwachsenen Vögeln mit den Wirbeln verschmolzen, bei jungen Individuen dagegen selbständige Knochen. An den hinteren Halswirbeln werden sie allmählich länger und bleiben hier das ganze Leben hindurch gesondert; diese Rippen bilden den Uebergang zu den Rippen der Brustwirbel[2]), welche bei den Vögeln aus je zwei knöchernen, unter einem Winkel mit einander verbundenen Stücken bestehen, von denen das untere sich an den Rand des Brustbeins heftet; vom Hinterrande des oberen Rippenstückes entspringt ein schräger Fortsatz (*Processus uncinatus*), eine schmale Knochenplatte, welche sich über die folgende

1) Die Schwanzwirbelkörper sind an beiden Endflächen einfach abgeplattet.

2) Gewöhnlich nennt man den ersten Wirbel, dessen Rippe sich an das Brustbein heftet, den ersten Brustwirbel; der Uebergang von den Hals- zu den Brustwirbeln ist aber thatsächlich ein ganz allmählicher und diese Grenze eine künstliche.

Rippe hinlegt; beim jungen Vogel ist er ein besonderer Knochen. — Das Brustbein ist ein vollständig verknöcherter, sehr grosser, breiter Knochen, welcher den grössten Theil (oder wenigstens einen grossen Theil) der Unterseite des Rumpfes bedeckt; er ist fast immer mit einem grossen, vorspringenden Mittelkamm oder Kiel versehen, welcher einem Theil der Flügelmuskeln zum Ursprung dient und nur bei gewissen mit rudimentären Flügeln versehenen Vögeln (namentlich bei den Straussenvögeln) fehlt, bei denen auch das Brustbein selbst von geringerem Umfang als gewöhnlich ist; oft finden sich hinten im Brustbein symmetrische Löcher oder Einschnitte, welche von bindegewebigen Häuten ausgefüllt sind. Ein Vorderbrustbein fehlt.

Der Schädel zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit dem der Reptilien; unter den jetzt lebenden Reptilien sind es besonders die

Fig. 362.

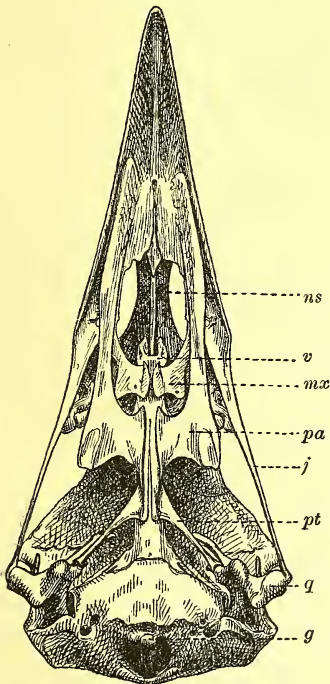


Fig. 363.

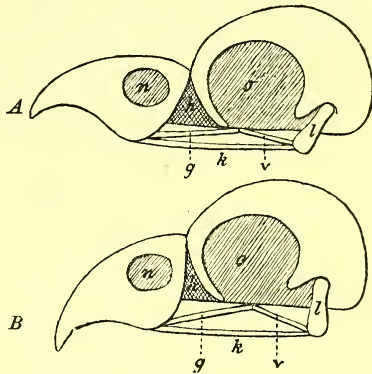


Fig. 362. Schädel eines Raben von der Unterseite. *g* Hinterhauptsgelenkhöcker, *j* Jochbogen, *mx* Oberkieferbein, *ns* Nasenscheidewand, *pa* Gaumenbein, *pt* Flügelbein, *q* Quadratbein, *v* Vomer. — Orig.

Fig. 363. Schematische Figuren zur Illustration der Bewegung des Oberschnabels bei den Vögeln. *n* Nasenscheidewand, *h* hintere, häutige Partie derselben, *o* Augenhöhlenplatte, *l* Quadratbein, *k* Jochbogen, *v* Flügelbein, *g* Gaumenbein. In *A* ist der Schnabel emporgehoben, in *B* gesenkt. — Orig.

Saurier, mit deren Schädel derjenige der Vögel Aehnlichkeit darbietet: er besitzt nur einen Gelenkhöcker am Hinterhaupte, ein ähnliches Quadratbein und ein ähnliches Verhältniss der Gaumen- und Flügelbeine wie der Saurierschädel; derjenige Theil des Schädels, welcher zwischen den grossen Augen liegt, ist zu einer senkrechten Knochenplatte, der Interorbital- oder Augenhöhlenplatte, in welcher häutige Stellen vorhanden sein können, zusammengedrückt. Charakteristisch für die Vögel ist die starke Entwicklung der Zwischenkieferbeine, welche sehr früh zu einem unpaaren Knochen verschmelzen; sie bilden den ganzen Rand des Oberschnabels und senden ausserdem einen langen Ast zwischen die äusseren Nasenlöcher, fast bis an die Stirnbeine, hinauf; die Oberkieferbeine sind dagegen ver-

hältnissmässig klein und liegen einwärts vom hintersten Theil der Zwischenkieferbeine. Von dem unteren Ende des grossen, sehr beweglichen Quadratbeins geht eine, hinten von dem Flügel-, vorn von dem Gaumenbein gebildete Knochenbrücke zum Oberschnabel (Ober- und Zwischenkieferbein) hin; an der Stelle, wo Flügel- und Gaumenbein, welche beide gestreckte Knochen sind, an einander stossen, gleiten sie bei den meisten Vögeln an dem verdickten unteren Rand der oben genannten Augenhöhlenplatte. Von dem unteren Ende des Quadratbeins geht aber noch eine zweite Knochenbrücke, der Jochbogen,

Fig. 364.

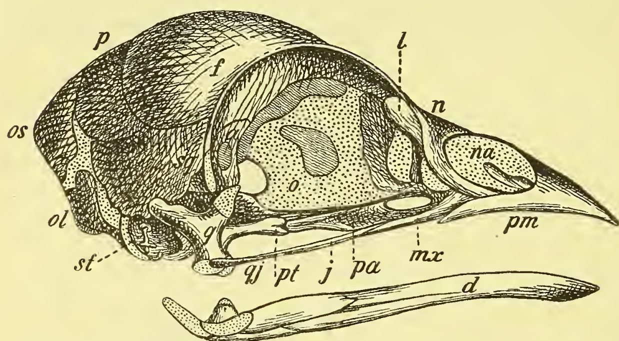


Fig. 365.

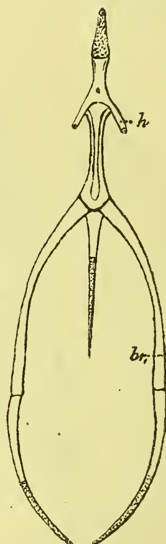


Fig. 364. Schädel eines 2 Tage alten Hühnchens. *a* eines der Keilbeine (Alisphenoid), *d* Dentale, *f* Stirnbein, *j* Jochbein, *l* Thränenbein, *mx* Oberkieferbein, *n* Nasenbein, *na* äussere knorpelige Wand der Nasenhöhle, *o* Augenhöhlenplatte, *ol* seitliches, *os* oberes Hinterhauptsbein, *p* Scheitel-, *pa* Gaumen-, *pm* Zwischenkiefer-, *pt* Flügel-, *q* Quadratbein, *qj* Quadratjochbein, *sq* Schuppenbein, *st* Hörknochen. Die noch knorpeligen Theile sind punktirt, häutige Partien schraffirt. — Nach K. Parker.

Fig. 365. Zungenbein des Huhns. *h* Zungenbeinbogen (vorderes Horn), br_1 erster Kiemenbogen (hinteres Horn). — Nach K. Parker.

zum Oberschnabel hin, aussen von der schon genannten; sie erscheint als ein dünner Knochenstab und wird hinten von dem Quadratjochbein (*Quadratojugale*), in der Mitte von dem Jochbein, vorn von einem Fortsatz des Oberkieferbeins gebildet; beim erwachsenen Vogel sind diese Knochen oft verschmolzen. Oben ist der Oberschnabel durch die hinteren oberen Enden der Zwischenkieferbeine und durch die hinter den Nasenlöchern liegenden Nasenbeine mit dem übrigen Schädel verbunden; der hinterste Theil der genannten Knochen (Zwischenkiefer- und Nasenbeine) ist aber abgeplattet, dünn und elastisch [1]), und da der unterhalb dieser Stelle liegende Theil der Nasenscheidewand häutig ist, sind die Vögel im Stande, ihren Oberschnabel auf und ab zu bewegen; die Bewegung nach oben findet statt, indem das untere Ende des Quadratbeins nach vorn bewegt wird, wodurch die beiden oben erwähnten Knochenbrücken nach vorn geschoben werden und gegen den unteren hinteren Theil des

1) Bei den Papageien und einigen anderen, welche einen besonders beweglichen Oberschnabel besitzen, ist diese Knochenmasse sogar durch einen schmalen Streifen straffen Bindegewebes der Quere nach unterbrochen.

Oberschnabels drücken, dessen Spitze dadurch nach oben bewegt wird; die Bewegung nach unten findet umgekehrt statt, indem das untere Ende des Quadratbeins nach hinten geführt wird. — Von anderen Charakteren des knöchernen Vogelkopfes ist noch hervorzuheben, dass die meisten Nähte der Knochen früh, schon beim jungen Thier, verschwinden, indem die Knochen mit einander verwachsen; ferner dass die Schädelhöhle im Vergleich mit derjenigen der meisten Reptilien sehr geräumig ist.

Der Schädel ist bei den Vögeln ungefähr aus denselben Knochen zusammengesetzt wie bei den Reptilien (Vorder- und Hinterstirnbein, Querbein und Säulenbein fehlen jedoch immer). Der Vomer ist ein unpaarer Knochen von verschiedener Form, bald zusammengedrückt, bald ziemlich breit etc., welcher unterhalb der hinteren Partie der Nasenscheidewand liegt und hinten mit den Gaumenbeinen zusammenhängt, ebenso wie er auch an den Bewegungen der letzteren Theil nimmt. Das Thränenbein liegt am Vorderrand der Augenhöhle und bleibt bei manchen Vögeln das ganze Leben hindurch von den benachbarten Knochen gesondert. Der Unterkiefer besteht aus mehreren Knochen auf jeder Seite, von welchen der vorderste (Dentale) bei den jetzt lebenden Vögeln sehr früh mit dem der anderen Seite verwächst; bei den ausgestorbenen Zahnvögeln (*Odontornithes*) waren sie dagegen getrennt.

Das Zungenbein besteht aus einer unpaarigen, theilweise verknöcherten Mittelpartie (Copulae), an welche sich ein Paar sehr kurze (zuweilen fehlende), den Zungenbeinbogen entsprechende vordere Hörner und ein Paar lange, hintere Hörner, das 1. Kiemenbogenpaar, ansetzen; die Mittelpartie zerfällt meistens in zwei bis drei hinter einander liegende Stücke. Keines der Zungenbeinhörner tritt mit dem Schädel in nähere Verbindung; die hinteren Hörner biegen sich um den hinteren Theil des Schädels herum, bei den Spechten (deren Zunge besonders weit vorstreckbar ist) sogar weit nach vorn bis an die Basis des Oberschnabels.

Der Schultergürtel (Fig. 366) ist aus den gewöhnlichen Theilen zusammengesetzt. Sowohl Schulterblatt als Coracoid sind vollständig verknöchert; ersteres ist ein platter, schmaler, säbelförmiger Knochen, welcher sich gewöhnlich unter einem spitzen oder rechten Winkel mit dem Coracoid verbindet, das bei den Vögeln in der Regel ziemlich lang und schmal ist in Vergleich mit dem der Reptilien, dabei aber besonders kräftig; sein unteres, breiteres Ende ist am Vorderrand des Brustbeins eingelenkt. Bei den Straussenvögeln und bei einigen Zahnvögeln, welche ebenso wie diese nicht fliegen konnten, liegen beide Knochen mehr einer in der Verlängerung des anderen und verschmelzen mit dem Alter; das Coracoid ist bei solchen kürzer und breiter. Die Schlüsselbeine sind zwei lange, dünne Knochen, welche bei den allermeisten Vögeln an ihrem unteren Ende, wo sie durch ein Band an das Vorderende des Brustbeinkammes geheftet sind, mit einander verwachsen (Gabelbein, *Furcula*); mit dem anderen Ende sind sie am oberen Ende des Coracoids befestigt, während sie übrigens durch einen grösseren Zwischenraum von diesem getrennt sind. Bei den Straussenvögeln und einzelnen anderen sind sie rudimentär oder fehlen. — Die Vordergliedmaassen sind gewöhnlich sehr lang. Die Ulna ist weit kräftiger als der Radius; die Handwurzel besteht

beim erwachsenen Vogel nur aus zwei gesonderten Knochen[1]). Die Hand ist sehr schlank und besteht nie aus mehr als drei Fingern mit zugehörigen Mittelhandknochen; von den fünf Fingern der Reptilien fehlen hier Nr. 4 und 5. Von den drei Mittelhandknochen ist

Fig. 366.

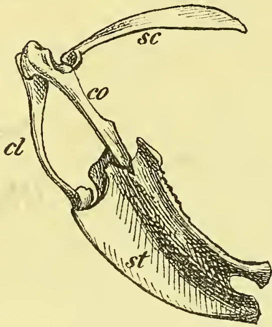


Fig. 367.

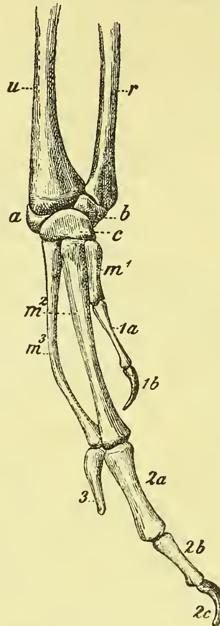


Fig. 368.

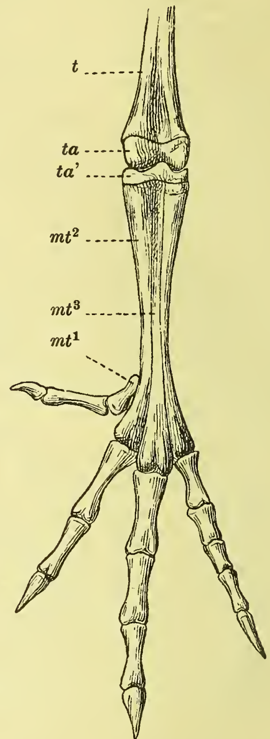


Fig. 366. Brustbein und Schultergürtel des Raben von der linken Seite gesehen. *cl* Schlüsselbein, *co* Coracoid, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein. — Orig.

Fig. 367. Hand eines jungen Strausses (*Struthio*). *a*, *b* selbständig bleibende Handwurzelknochen, *c* Handwurzelknochen der distalen Reihe (schon mit einander verwachsen, verschmelzen später mit der Mittelhand), m^1, m^2, m^3 erster—dritter Mittelhandknochen (noch getrennt), *r* Radius, *u* Ulna, *1a* und *1b* die Glieder des Daumens, *2a—2c* zweiter Finger, *3* dritter Finger. — Orig.

Fig. 368. Fuss eines jungen Hühnchens. mt^1—^{3} erster — dritter Mittelfussknochen (die Mittelfussknochen Nr. 2—4 sind schon verwachsen, es sind aber Spuren der ursprünglichen Trennung zu erkennen), *t* Schienbein, *ta* und *ta'* oberer und unterer Abschnitt der Fusswurzel. — Orig.

Nr. 1 kurz, die beiden anderen weit länger; alle drei sind beim ausgebildeten Vogel mit einander verwachsen, Nr. 2 und 3 jedoch nur an den beiden Enden, nicht in der ganzen Länge; nur bei Archaeopteryx waren sie getrennt. Der Daumen ist ein- oder zweigliedrig, Nr. 2 zwei- oder dreigliedrig, Nr. 3 eingliedrig (selten zweigliedrig); nur bei Archaeopteryx besass Nr. 3 drei oder vielleicht vier Glieder. Bei den mit Flugvermögen ausgestatteten Vögeln liegt der Oberarm in der Ruhe längs des Rumpfes mit dem Ellbogenende nach hinten; der Unterarm ist nach vorn gerichtet und liegt längs des Oberarmes, die Ulna nach aussen; und die Hand ist im Handgelenk derart gebogen, dass sie längs und ausserhalb des Unterarmes liegt, mit der Spitze nach hinten, dem inneren Rand (mit dem Daumen) nach aussen.

---

1) Der eine derselben ist das Radiale, der andere entspricht dem Ulnare + Intermedium. Die Handwurzelknochen der distalen Reihe sind durch ein paar Knochen repräsentirt, welche mit den Mittelhandknochen verschmelzen.

Das Becken schliesst sich eng an das der Dinosaurier an, bietet eine weitere Entwicklung des letzteren dar (vergl. S. 467). Das Darmbein ist eine langgestreckte Platte, welche mit einer langen Reihe von Wirbeln (vergl. S. 474) verbunden ist; an seinem unteren Rand findet sich die Gelenkpfanne, und in dieser verbindet es sich mit den beiden anderen Beckenknochen, welche ebenfalls je einen Theil der Gelenkpfanne bilden; alle drei sind hier beim ausgebildeten Thier mit einander verwachsen. Das Sitzbein ist ein kräftiger Knochen, welcher nach hinten, dem hinteren Theil des Darmbeins ungefähr parallel, gerichtet ist; bei den meisten Vögeln wächst der hintere Theil des Sitzbeins mit dem Alter am Hüftbein fest, während es bei den Zahnvögeln und bei den Straussenvögeln sich entweder ganz frei erhält oder nur ganz hinten mit dem Darmbein verwächst. Der merkwürdigste Abschnitt des Vogelbeckens ist jedoch das Schambein. Es ist ein langer, dünner Knochen, welcher von der Gelenkpfanne nach hinten gerichtet ist und dem Sitzbein parallel verläuft; häufig ist es mit letzterem theilweise verwachsen. Bei einigen Vögeln (Zahn-, Straussen-, Hühnervögeln)

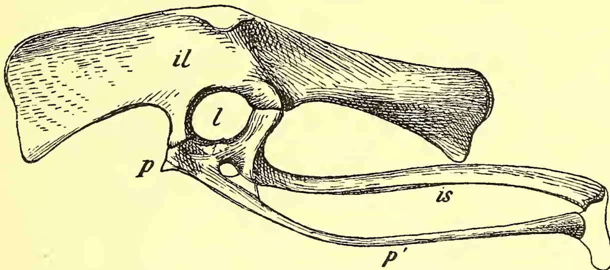


Fig. 369. Becken eines jungen amerikanischen Strausses (*Rhea*). *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *l* Gelenkpfanne (mit grossem Loch), *p*—*p'* Schambein. — Orig.

entspringt am oberen Ende des Schambeins dicht vor der Gelenkpfanne ein kurzer Fortsatz, welcher jedoch den meisten Vögeln abgeht. Dieser Fortsatz (*p* Fig. 369) entspricht dem Haupttheil des Schambeins der Dinosaurier und dem Schambein anderer Reptilien, während das übrige Schambein (*p'*) der Vögel dem hinteren Fortsatze des Schambeins der Dinosaurier entspricht. Uebrigens ist zu bemerken, dass das Becken der Vögel fast immer unten ganz offen ist, indem weder Sitz- noch Schambein sich unten mit denen der anderen Seite verbinden. — Hintergliedmaassen. Das Oberschenkelbein ist ein verhältnissmässig kurzer Knochen; das Wadenbein ist dünn, unten (mit Ausnahme von Archaeopteryx) unvollständig, zugespitzt; das Schienbein ist ein langer, kräftiger Knochen, welcher an seiner Vorderseite oben mit einem stark entwickelten Kamm versehen ist (ein ähnlicher ist auch bei den Dinosauriern vorhanden, während er bei anderen Reptilien sehr schwach ist). Gewöhnlich ist eine knöcherne Kniescheibe vorhanden. Von Interesse sind die Verhältnisse der Fusswurzel. Ebenso wie bei den Reptilien zerfällt sie in einen oberen und einen unteren Abschnitt, zwischen denen sich ein sehr bewegliches Gelenk befindet; die Fusswurzelknochen des oberen Abschnitts sind aber nur beim jungen Vogel vom Schienbein gesondert, beim erwachsenen ohne Grenzlinie mit letzterem verwachsen, und ebenso verschmilzt der untere

Abschnitt mit dem Mittelfuss, so dass beim erwachsenen Vogel scheinbar gar keine Fusswurzel vorhanden ist. Der Fuss besteht niemals aus mehr als vier Zehen, indem Nr. 5 mit zugehörigem Mittelfussbein immer spurlos fehlt. Die Mittelfussknochen Nr. 2, 3 und 4 sind lang und nur beim Embryo getrennt, später fast bis an die Zehen zu einem langgestreckten, schmalen Knochen (dem „Lauf") verschmolzen (mit welchem, wie oben erwähnt, auch der distale Theil der Fusswurzel verschmilzt); dagegen ist der Mittelfussknochen Nr. 1 getrennt, aber weit kürzer als die anderen und am distalen Ende dieser festgeheftet. Der Daumen, welcher in der Regel nach hinten gerichtet ist, besteht aus zwei, Nr. 2 aus drei, Nr. 3 aus vier, Nr. 4 aus fünf Gliedern (in der Regel) — alles wie bei den Sauriern und Dinosauriern. Von den nach vorn gerichteten Zehen ist die mittlere (Nr. 3) in der Regel die längste; die Hinterzehe kann gross, aber auch manchmal rudimentär sein oder fehlen.

Das Gehirn ist im Vergleich mit dem der Reptilien bei den Vögeln gross. Namentlich ist das Vorderhirn stark entwickelt; das Hinterhirn ist ebenfalls gross, sein mittlerer Theil, welcher in die

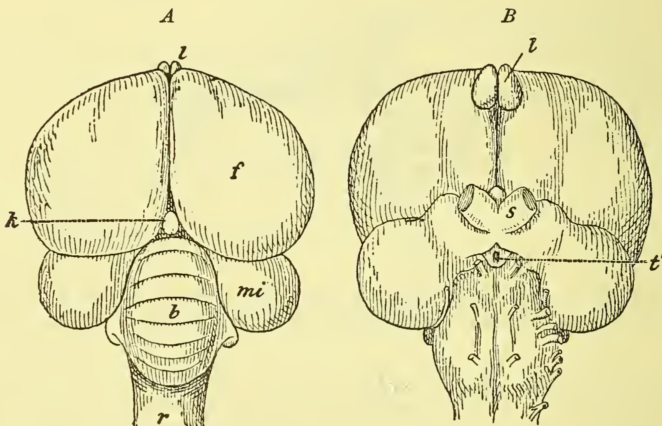


Fig. 370. Gehirn einer Taube von oben (*A*) und von unten (*B*). *b* Hinterhirn, *f* Vorderhirn, *k* Zirbel, *l* Riechkolben, *mi* Mittelhirn, *r* Rückenmark, *s* Sehnerv, *t'* Trichter. — Nach Jeffery Parker.

Länge gestreckt und mit tiefen Querfurchen versehen ist, überdeckt sowohl das Nachhirn als den mittleren Theil des Mittelhirns, dessen beide Lappen nach der Seite geschoben sind. Diejenigen unter den jetzt lebenden Reptilien, welche den Vögeln in Bezug auf die Entwicklung des Gehirns am nächsten stehen, sind die Krokodile.

Das Geruchsorgan schliesst sich eng an das der Saurier an; die äusseren Nasenlöcher sitzen wegen der Länge des Zwischenkiefers in der Regel etwas von der Schnabelspitze entfernt oder sogar an der Basis des Schnabels; die inneren Nasenlöcher münden ziemlich weit vorn im Munde in einer Furche, welche theilweise durch seitliche Längsfalten überdeckt wird (vergl. die Reptilien). An der äusseren Wand der Nasenhöhle findet sich eine stark vorspringende, oft spiralig aufgerollte, innerlich von einer Knorpelplatte gestützte Falte (die sogenannte mittlere Nasenmuschel), welche der früher erwähnten Nasen-

muschel der Reptilien entspricht; ausserdem finden sich noch zwei andere mehr oder weniger entwickelte Falten (vordere und obere Nasenmuschel)[1]). — Das Auge und seine Nebenapparate sind ebenfalls denen der Reptilien ähnlich. Der Augapfel hat eine sehr bedeutende Grösse. Der vordere Theil der Sehnenhaut, in welchem ein Kranz von Knochenplatten (Scleroticalring) sich befindet, hat die Form eines kürzeren oder längeren abgestutzten Kegels, die fehlende Spitze des Kegels wird durch die oft stark gewölbte Hornhaut vertreten, seine Basis von der hinteren gewölbten Partie der Sehnenhaut geschlossen; wenn der Kegel hoch ist und seine Wand, wie es zuweilen (z. B. bei den Eulen, Fig. 371, *B*)

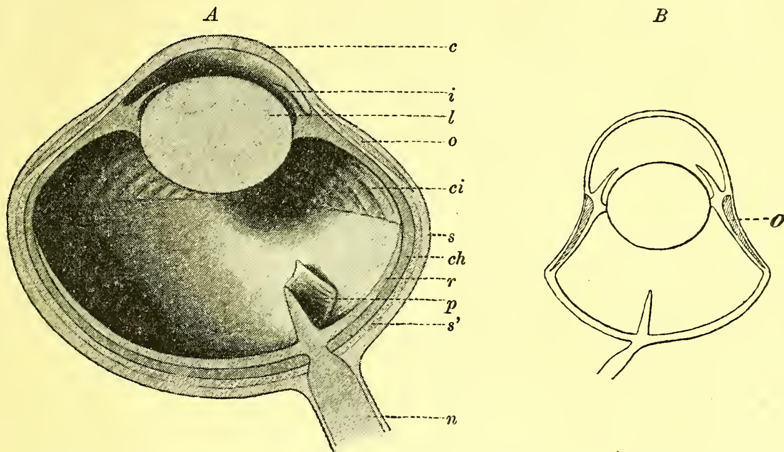


Fig. 371. *A* Auge eines Vogels, durchschnitten, schematisirt. *c* Hornhaut, *ch* Gefässhaut, *ci* Strahlenkörper, *i* Iris, *l* Linse, *n* Sehnerv, *o* durchschnittenes Knochenplättchen, *p* Kamm, *r* Netzhaut; *s* äusserer, bindegewebiger, *s'* innerer knorpeliger Theil der Sehnenhaut. — *B* Schnitt durch das Auge einer Eule, um die eigenthümliche Form desselben zu zeigen. — Orig.

der Fall ist, etwas nach innen gebogen ist, so entfernt die Form des Augapfels sich natürlich sehr von der gewöhnlichen Kugelform, während sie in anderen Fällen von dieser wenig abweicht. An der Hinterwand des Augapfels entspringt von der Netzhaut an der Eintrittsstelle des Sehnerven ein stark entwickelter häutiger, gefalteter, pigmentirter Fortsatz, der Kamm (*Pecten*), welcher frei in den Glaskörper hineinragt. Von den beiden Augenlidern ist das untere weit grösser und beweglicher als das obere (wie bei den Reptilien); es ist eine wohlentwickelte Nickhaut vorhanden, welche durch einen besonderen Muskel vor das Auge hingezogen wird. Am vorderen Augenwinkel mündet eine Harder'sche Drüse, am hinteren eine kleine Thränendrüse. — Gehörorgan. Das häutige Labyrinth schliesst sich, namentlich was die Ausbildung des Schneckenganges betrifft, eng an das der Krokodile an. Es ist ein kurzer äusserer Gehörgang vorhanden, an dessen Boden das Trommelfell liegt (vergl. die Reptilien); die

1) In die Nasenhöhle mündet der Ausführungsgang einer grossen Nasendrüse, welche gewöhnlich an der Oberseite des Stirnbeins liegt (bei Möwen und anderen in einer länglichen Vertiefung längs des Augenhöhlenrandes); dieselbe Drüse findet sich auch bei manchen Reptilien, hat dort aber ihren Platz an anderen Stellen des Kopfes.

Oeffnung desselben ist von regelmässig geordneten Federn überdeckt (ein Ohrdeckel, d. h. eine bewegliche, die Oeffnung überdeckende Hautfalte, findet sich nur bei den Eulen). In der Paukenhöhle findet sich derselbe Hörknochen wie bei den Reptilien; er besteht aus einem langen Stiel mit einer Platte am Ende, welche das ovale Fenster schliesst; mit dem anderen Ende, welches mit zwei bis drei knorpeligen Fortsätzen versehen ist, heftet er sich an das Trommelfell. Ein rundes Fenster ist vorhanden. Die Ohrtrompeten, welche theilweise in die Schädelwand (Keilbein) eingeschlossen sind, vereinigen sich schliesslich mit einander und münden mit einer unpaarigen Oeffnung in die Mundhöhle.

Darmkanal. Zähne fehlen[1]) bei allen jetzt lebenden Vögeln spurlos, waren aber bei Archaeopteryx und den Zahnvögeln in den Kieferrändern vorhanden; die Zähne dieser ausgestorbenen Formen sind einfach kegelförmig und sitzen ebenso wie bei den Krokodilen in Zahnhöhlen (bei einigen der Zahnvögel verschmelzen letztere in jedem Kieferrand zu einer zusammenhängenden Rinne, was wir auch z. B. bei gewissen Säugethieren beobachten können). — Die Decke der Mundhöhle ist gewöhnlich mit nach hinten gerichteten stachelartigen Warzen versehen. — Die Zunge der meisten Vögel ist abgeplattet, schmal, steif und hart und mit einer dicken, festen Hornschicht bekleidet, welche besonders am vorderen, gewöhnlich zugespitzten Ende stark entwickelt ist; seltener ist sie dick und weich, so bei den Papageien und beim Flamingo; nicht selten ist sie warzig oder stachelig. — Die Speiseröhre ist von ansehnlicher Länge und ziemlich weit. Bei manchen (keineswegs aber bei allen) Vögeln ist die Speiseröhre unten am Halse zu einem Kropf erweitert, welcher bei einigen in Form einer einfachen, nicht scharf begrenzten Erweiterung der Speiseröhre auftritt, während es bei anderen ein mehr abgegrenzter, in die Speiseröhre mündender Sack ist. Der Kropf dient in der Regel wesentlich nur als Reservoir für die aufgenommene Nahrung; bei den Tauben hat er aber noch eine andere Function: bei diesen findet während der Brutzeit (sowohl beim Männchen wie beim Weibchen) eine gewaltige Verdickung des mehrschichtigen Epithels des Kropfes statt, die oberflächlichen, mit Fetttropfen gefüllten Zellen lösen sich ab und bilden eine krümelige Masse, mit welcher die Jungen gefüttert werden. — Der Magen der Vögel zerfällt in zwei, gewöhnlich ziemlich scharf gesonderte Abschnitte, den Drüsenmagen und den Muskelmagen. Der Drüsenmagen ist eine kurze Röhre, welche als unmittelbare, mehr oder weniger verdickte Fortsetzung der Speiseröhre erscheint; in seine dicke Wand sind zahlreiche Drüsen eingelagert, welche von zweierlei Art sind: 1) grössere, zusammengesetzte, eine verdauende Flüssigkeit absondernde Drüsen, welche entweder über die ganze Wand vertheilt oder auf begrenzte Stellen beschränkt sind, und 2) ganz kleine, schlauchförmige Drüschen, welche einen die ganze Innenfläche des Drüsenmagens deckenden schleimigen Ueberzug ausscheiden. In dem untersten Theil des Drüsenmagens, an der Grenze des Muskelmagens, fehlen die grösseren Drüsen, der Ueberzug nimmt einen festeren Charakter an und geht allmählich in denjenigen des Muskelmagens über. Der Muskelmagen ist ein kurzer, sackförmiger Theil mit musculösen Wandungen; er besitzt nur

---

1) Die längs des Schnabelrandes, z. B. beim Sägetaucher (*Mergus*), vorhandenen „Zähne“ sind lediglich zahnähnliche Vorsprünge des Randes der Schnabelscheide, also Horngebilde.

eine Form von Drüsen, nämlich einfache, dicht gestellte Drüsenschläuche, denjenigen ähnlich, welche den schleimigen Ueberzug des Drüsenmagens abscheiden. Das Secret dieser Drüsen ist aber ein sehr eigenthümliches: jedes Drüschen scheidet eine feste, hornartige Faser aus, welche aus der Drüsenöffnung hervorragt und mit den benachbarten Fasern verklebt einen hornähnlichen Ueberzug [1]) der Innenseite des Muskelmagens bildet; in dem Maasse, wie der freie Theil der Faser abgenutzt wird, wird diese am entgegengesetzten Ende durch neue Absonderung ergänzt. An der äusseren Oberfläche des Muskelmagens findet man sowohl an der Ober- als an der Unterseite eine Sehnenscheibe, von welcher die musculösen Elemente ihren Ursprung nehmen. Besonders stark ist die Musculatur der Wand bei manchen pflanzen-, besonders samenfressenden Vögeln (z. B. Hühnern und Enten) entwickelt, deren Muskelmagen jederseits mit einer grossen, aussen stark gewölbten, nach innen zu platten Muskelmasse versehen ist, während sein Hohlraum sehr klein ist. Bei solchen Vögeln ist der Muskelmagen ein echter Kaumagen, in welchem die aufgenommenen Theile zwischen den beiden genannten Muskelmassen förmlich zermahlen werden; der hornartige innere Ueberzug ist bei ihnen sehr dick und fest, und ausserdem verschlingen sie Sand und Steinchen, wodurch die Zerkleinerung der Nahrung weiter unterstützt wird. Bei insektenfressenden Vögeln und bei Raubvögeln ist der Muskelmagen dagegen dünnwandig, mit schwacher Musculatur und geräumigem Hohlraum. Die Oeffnungen des Muskelmagens in den Dünndarm und in den Drüsenmagen befinden sich stets dicht neben einander. — Der Dünndarm ist wohlentwickelt, am längsten bei den Pflanzenfressern; er setzt sich in einen fast immer kurzen Enddarm fort, welcher eine hinterste erweiterte Partie, die Kloake, besitzt; an der Grenze des Dünn- und Enddarmes münden in letzteren gewöhnlich zwei Blinddärme, welche bei manchen pflanzen- und allesfressenden Vögeln von bedeutender Länge sind, während sie bei Vögeln, welche von thierischer Nahrung leben, meistens ganz kurz oder rudimentär sind (dasselbe kann übrigens auch bei anderen der Fall sein, die Tauben besitzen z. B. ganz kurze Blinddärme). Bei den Vögeln findet sich eine grosse, braunrothe, mit Gallenblase versehene Leber und eine weissliche, langgestreckte Bauchspeicheldrüse, welche in der ersten Dünndarmschlinge liegt [2]).

Viele Vögel erbrechen die unverdaulichen oder schwer verdaulichen Theile des Futters, Knochen, Haare, Federn, Insektenpanzer etc., in Klumpen, den sogenannten Gewöllen; die bekanntesten solcher Gewölle sind die der Eulen, welche meistens hauptsächlich aus Mäusehaaren und -knochen bestehen, aber auch verschiedene andere Vögel liefern ähnliche: Mauersegler (Insektenüberreste), Eisvogel (Fischknochen), Rabenvögel etc.

Die Athmungsorgane. Eine Längsspalte in der Mundhöhle

---

1) Bei den Raubvögeln und anderen fleischfressenden Vögeln hat der Ueberzug des Muskelmagens eine weichere Beschaffenheit.

2) Bei den meisten jungen Vögeln mündet an der dorsalen Wand der Kloake ein kleiner unpaariger Sack mit enger Oeffnung, die *Bursa Fabricii*, in deren Wand kleine Epithelpartien eingebettet liegen, welche abgeschnürte Einstülpungen des den Sack auskleidenden Epithels sind. Bei älteren Vögeln ist die Bursa — deren Bedeutung unbekannt ist — meistens rückgebildet oder fehlt ganz. — Bei den Straussenvögeln ist anstatt derselben eine grosse, nicht abgegrenzte Ausstülpung der Kloake vorhanden.

dicht hinter der Zunge führt in den kleinen Kehlkopf hinein, welcher sich in die Luftröhre fortsetzt; letztere hat bei den Vögeln eine bedeutende Länge und ist mit zahlreichen knorpeligen oder knöchernen Ringen ausgestattet; sie theilt sich unten in zwei kurze Aeste, einen für jede Lunge. Im Kehlkopf finden sich nicht wie bei der Mehrzahl der anderen luftathmenden Wirbelthiere Stimmbänder, dagegen besitzen die meisten Vögel am oberen Ende der beiden grossen Luftröhrenäste oder Bronchi — an der Grenze des Luftröhrenstammes — einen eigenthümlichen Stimmapparat, indem an der Wand der Bronchi membranöse Partien (*me* u. *mi* Fig. 374) ausgebildet sind, welche nach innen gefaltet werden können und durch die aus den Lungen herausströmende Luft in Schwingungen versetzt werden (des Näheren vergl. unten). — Die Lungen sind schwammige Körper, welche der dorsalen Wand der Leibeshöhle dicht angeschmiegt sind.

Fig. 372.

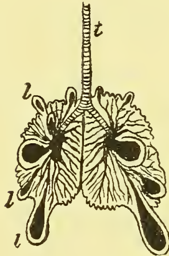


Fig. 373.

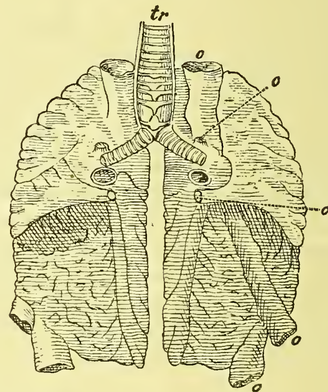


Fig. 372. Die Lungen eines 11 Tage alten Hühnerembryos. *t* Luftröhre, *l* Anlagen der Luftsäcke. — Nach Selenka.

Fig. 373. Die Lungen einer Taube. *tr* Luftröhre, *o* Oeffnungen von der Lunge in die hier weggelassenen Luftsäcke. — Nach J. Parker.

In ihrem Bau schliessen sie sich den am meisten entwickelten Reptilienlungen an: durch die Lunge zieht eine röhrenförmige Fortsetzung des Bronchus, von welcher seitliche Aeste abgehen, die sich weiter verzweigen; die feinen Endverzweigungen sind die eigentlichen respirirenden Theile der Lunge. Alle genannten Verzweigungen werden durch Bindegewebe eng zusammengehalten. Einige der Aeste setzen sich aber in grosse, dünnwandige Luftsäcke fort, welche sich zwischen die Eingeweide hinein erstrecken, zwischen gewisse Muskeln, unterhalb der Haut hin, ja sogar mit langen Fortsätzen in viele der Knochen, z. B. der Gliedmaassenknochen, in denen sie die Stelle der Markräume einnehmen: die Knochen der Vögel sind zum grossen Theil pneumatisch[1]). Diese Ausbildung von Luftsäcken hat die Bedeutung, dass der Körper dadurch ein geringeres specifisches Gewicht erhält;

1) Es mag hier bemerkt werden, dass die Vögel nicht die einzigen Thiere mit pneumatischen Knochen sind; auch die Flugsaurier und manche Dinosaurier besassen solche, und man muss demnach annehmen, dass sie ebenso wie die Vögel mit Luftsäcken ausgestattet waren.

die Lungen der Vögel stellen mit anderen Worten, ebenso wie das Tracheensystem der Insekten, nicht allein einen respiratorischen, sondern auch einen aërostatischen Apparat dar.

Der Stimmapparat der Vögel hat im Allgemeinen folgenden Bau. Die beiden Bronchi sind am oberen Ende, wo sie in die Luftröhre übergehen, durch einen medianen verknöcherten Balken, den Steg, getrennt; letzterer hängt mit dem letzten Luftröhrenring zusammen. Die nach der Mittellinie gekehrte Wand der Bronchi ist häutig und wird als innere Paukenhaut bezeichnet. Die nach aussen gekehrte Seite der Bronchuswand ist durch knorpelige oder knöcherne Halbringe gestützt, oft ist aber auch hier eine häutige Stelle, die äussere Paukenhaut, vorhanden (welche bei anderen durch eine in das Lumen des Bronchus vorspringende Verdickung des Bindegewebes auf einem der Halbringe ersetzt sein kann). Auch das untere Ende der Luftröhre selbst, welches als Trommel bezeichnet wird, ist meistens im Dienste der Stimmbildung von der übrigen Luftröhre etwas abweichend ausgebildet, häufig sind z. B. die letzten Ringe mit einander verschmolzen, oder dieser Abschnitt ist zusammengedrückt, oder aber erweitert etc. Bei den Männchen der Säger (*Mergus*) und der meisten Enten besitzt die Trommel eine einseitige, blasige Ausstülpung mit verknöcherten Wänden, die Pauke (oder das Labyrinth).

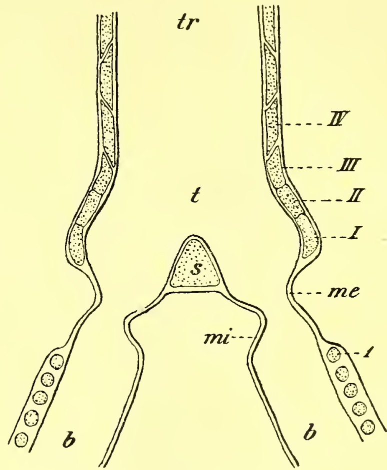


Fig. 374. Schnitt durch das untere Ende der Luftröhre und die oberen Enden der beiden grossen Luftröhrenäste eines Vogels; Schema. *b* Bronchi, *me* äussere, *mi* innere Paukenhaut, *s* Steg, *t* Trommel, *tr* Luftröhre. *I—IV* die vier unteren Ringe der Luftröhre; *1* oberster Halbring des einen Bronchus. — Orig.

Zu dem oben von den Athmungsorganen Mitgetheilten kann übrigens noch Folgendes hinzugefügt werden. Bei dem Singschwan, dem Kranich u. a. ist der Kamm des Brustbeins dick und ausgehöhlt mit einem oberen Eingang; in die Höhlung legt sich eine grosse Schlinge der Luftröhre hinein, ehe diese sich in die Leibeshöhle hinein begiebt; bei gewissen anderen Vögeln findet man ähnliche Windungen der Luftröhre unterhalb der Haut oder in der Leibeshöhle. — Die röhrenförmige Fortsetzung des Bronchus, welche die Lunge durchzieht (vergl. oben), giebt Aeste ab, von welchen zahlreiche lange, parallel verlaufende Röhren entspringen, von denen dicht gestellte, radiäre, etwas verästelte, blind endigende Kanälchen abgehen, welche durch Bindegewebe zusammengehalten, eine dicke Lage um jede Röhre bilden; eine solche Röhre mit ihren Kanälchen wird als eine Lungenpfeife bezeichnet. Die Kanälchen sind die eigentlichen respiratorischen Theile der Lunge. — Die Lufthöhlen in den Knochen des Schädels sind Ausstülpungen von den Pauken- und Nasenhöhlen. Mit letzteren stehen auch einige andere Lufträume oder -säcke am Kopf in Verbindung (z. B. einer in der Augenhöhle unterhalb des Auges), welche sich am Hals hinab erstrecken können und hier bei einzelnen Vögeln mit Lungen-Luftsäcken

communiciren. — Die Einathmung geschieht bei den Vögeln wesentlich durch Bewegungen der Rippen, wodurch das Brustbein nach aussen bewegt und die Leibeshöhle erweitert wird. Die Wirkung wird durch gewisse Muskeln (die Lungenmuskeln) unterstützt, welche von der Innenseite der Leibeshöhlenwand (von den Rippen und dem Brustbein) entspringen und sich an eine die ventrale Seite der Lungen überziehende Haut heften; durch ihre Zusammenziehung werden die Lungen erweitert.

Das Herz und die grossen von demselben entspringenden Arterienstämme bieten ein Verhalten dar, welches sich als eine Modification des bei den Krokodilen vorgefundenen erweist. Sowohl Vorhof als Herzkammer sind vollständig in einen rechten und einen

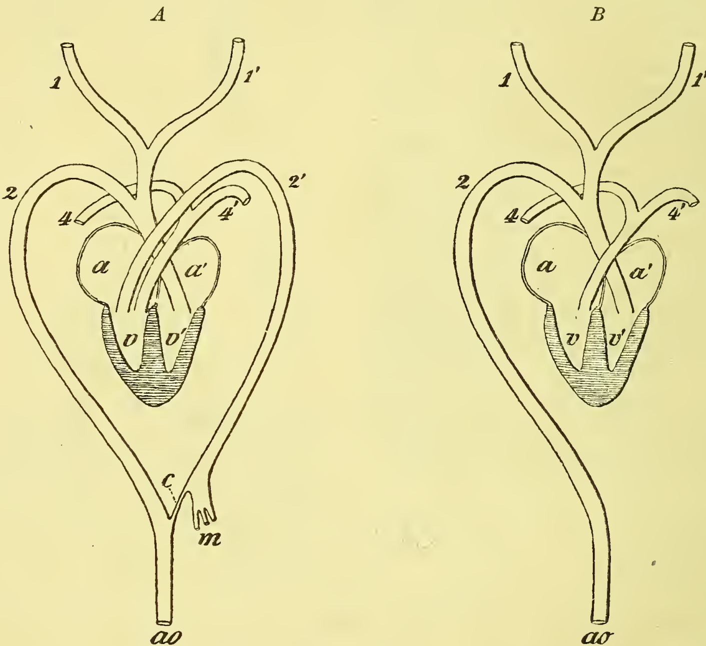


Fig. 375. Schemata des Herzens und der Arterienbogen eines Krokodils (*A*) und eines Vogels (*B*). *a* rechter, *a'* linker Vorhof; *v* rechte, *v'* linke Herzkammer; *ao* Aorta. *1*, *2*, *4* erster, zweiter und vierter Arterienbogen der rechten Seite, *1'*, *2'*, *4'* dieselben der linken Seite (*c* und *m* siehe Fig. 347). — Orig.

linken Theil gesondert, der Herzkegel fehlt. Der linke Aortenbogen (linker Arterienbogen Nr. 2), welcher bei den Krokodilen von der rechten Herzkammer entspringt, fehlt hier völlig; die Aorta wird also ausschliesslich von dem aus der linken Herzkammer entspringenden rechten Aortenbogen gebildet; im Uebrigen sind die Verhältnisse wie bei den Krokodilen. Es findet somit keine Mischung von arteriellem und venösem Blut bei den Vögeln statt: das venöse Körperblut geht in den rechten Vorhof, von diesem in die rechte Kammer, von letzterer in die Lungen; das arterielle Blut aus den Lungen geht in den linken Vorhof, von diesem in die linke Kammer, von hier in den Körper.

Die Nieren sind längliche, dunkelrothe Körper, welche in der Beckenregion dicht unterhalb der Wirbelsäule liegen; sie füllen die Zwischenräume zwischen den Querfortsätzen aus, und an der ventralen Fläche sind sie durch Quereinschnitte in mehrere (meistens drei) Lappen getheilt. Zuweilen verschmelzen beide Nieren an ihrem Innenrand in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit einander. Die Harnleiter münden getrennt in die Kloake; eine Harnblase fehlt. Der Harn ist dickflüssig, weisslich.

Von den Eierstöcken ist bei den Vögeln nur der linke ausgebildet, ausnahmsweise ist jedoch ein rudimentärer rechter Eierstock vorhanden; bei manchen Tagraubvögeln (Falken, Habichten, Bussarden)

Fig. 376.

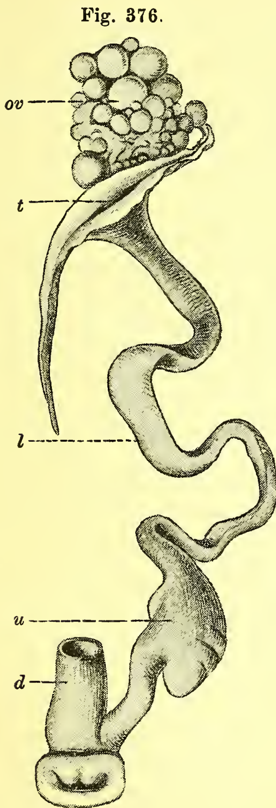


Fig. 377.

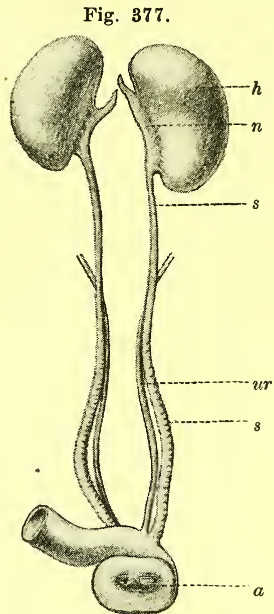


Fig. 376. Geschlechtsorgane einer Henne. *d* Enddarm, *l* Eileiter, *ov* Eierstock, *t* Trichter, *u* Uterus. — Orig.

Fig. 377. Geschlechtsorgane (und Harnleiter) eines Hahns; Enddarm nach der einen Seite gelegt, um die Stelle zu zeigen, wo der linke Harnleiter und Samenleiter in die Kloake münden. *a* After, *h* Hoden, *n* Nebenhoden, *s* Samenleiter, *ur* Harnleiter. — Orig.

kommt ein solches Rudiment (und zwar ein recht grosses) ziemlich constant vor. Wegen der Grösse der Eier treten die Graaf'schen Follikel an der Oberfläche des Eierstockes stark hervor, und letzterer erhält dadurch ein traubiges Aussehen. Von den Eileitern (den Müller'schen Gängen) ist ebenfalls nur der linke vollständig entwickelt (ein Rudiment des rechten dagegen häufig vorhanden); in der Fortpflanzungszeit ist der Eileiter ein langer und dicker, zu anderer Zeit ein dünnerer Schlauch, welcher sich mit einem grossen Trichter in die Leibeshöhle öffnet; nicht weit von der Einmündung in die Kloake besitzt er einen erweiterten Abschnitt, den Eihälter (Uterus), in

welchem die Schale gebildet wird. — Die Hoden, welche beide wohlentwickelt sind (zuweilen ist jedoch der linke grösser), liegen vor den Nieren; die Samenleiter, welche von je einem kleinen Nebenhoden entspringen, haben einen gewundenen Verlauf und münden getrennt in die Kloake, meistens auf einer kleinen Papille. Die Hoden sind ausserhalb der Begattungszeit sehr klein, während sie in der Fortpflanzungszeit eine ansehnliche Grösse erreichen; Aehnliches gilt auch für den Eierstock. — Ein wohlentwickelter Penis ist nur bei den Männchen einer geringen Anzahl von Vögeln vorhanden: bei Straussenvögeln, Entenvögeln und einzelnen anderen (bei den übrigen rudimentär oder ganz fehlend). Er entspricht dem Begattungsorgan der Schildkröten und der Krokodile; er hat seinen Platz an der ventralen Wand der Kloake, die freie Spitze ist nach hinten gerichtet, an der Oberfläche ist er mit einer Rinne versehen, an deren vorderem Ende die Samenleiter ausmünden; durch die Rinne fliesst während der Begattung der Samen. Bei den Entenvögeln ist der Penis korkzieherförmig, bei den anderen zungen- oder wurstförmig; die Spitzenpartie ist meistens einstülpbar. Bei den Vögeln, deren Männchen mit einem Penis versehen sind, besitzen auch die Weibchen ein rudimentäres Begattungsorgan (Clitoris).

Sehr häufig sind grössere oder geringere äussere (secundäre) Geschlechtsunterschiede zu beobachten: häufig ist das Männchen etwas oder viel grösser (bei Hühnervögeln u. a.), seltener kleiner als das Weibchen (bei Raubvögeln), oft ist das Männchen durch besondere Entwicklung gewisser Federn (Pfau, Paradiesvögel etc.), durch eigenthümliche Hautfortsätze (Sporn des Hahns etc.) oder durch lebhaftere Färbung ausgezeichnet.

Die meisten Vögel pflanzen sich jährlich nur einmal fort (in gemässigten Gegenden im Frühling), andere mehrmals im Jahre (z. B. der Haussperling). Gewöhnlich leben sie während der Fortpflanzungszeit paarweise: Monogamie; seltener hat jedes Männchen mehrere Weibchen: Polygamie.

Die Eier der Vögel sind von sehr bedeutender Grösse und enthalten eine grosse Menge von Nahrungsdotter. Indem sie den Eileiter passiren, werden sie zuerst von einer Eiweissmasse, dann von der letztere umgebenden Schalenhaut und schliesslich im Eihälter von einer festen Kalkschale umhüllt; sämmtliche Umhüllungen werden von den Drüsen der Eileiterwand abgesondert. Die Eier werden entweder von den Weibchen allein oder von Weibchen und Männchen gemeinschaftlich, selten von den Männchen allein ausgebrütet (letzteres z. B. beim afrikanischen Strauss und bei den Wassertretern [*Phalaropus*]); häufig ist der brütende Vogel mit sogenannten Brutflecken versehen, Hautstellen, wo die Federn ausgefallen sind, so dass die Eier direct mit der warmen Haut in Berührung kommen können. Vor dem Eierlegen bauen sich die Vögel meistens ein Nest, auf oder in welches die Eier gelegt werden (selten werden die Eier auf die blosse Erde gelegt). Im einfachsten Fall schleppen sie nur eine spärliche Menge von Aestchen, Strohhalmen, Federn etc. zusammen und legen die Eier darauf; in anderen Fällen werden ähnliche Sachen zu einem korbförmigen oder gar kugeligen Nest verwoben; seltener bauen sie sich ein Nest aus Lehm, Mist u. dergl. und aus eigenem Speichel (Schwalben u. a.) oder aus Speichel allein (Salangane). Die Nester werden von einigen Vögeln auf der Erde angelegt, andere nisten in

gegrabenen oder natürlichen Erdlöchern (Uferschwalbe, Papageitaucher), in Baumlöchern (Spechte etc.), auf Bäumen etc. Meistens bauen Männchen und Weibchen gemeinschaftlich das Nest. Im Allgemeinen verlassen die Jungen nicht sofort nach der Geburt das Nest, sondern bleiben einige Zeit in demselben und werden von den Eltern gefüttert („Nesthocker“); seltener („Nestflüchter“) sind sie gleich im Stande, sich selbst zu ernähren (meistens allerdings unter der Obhut der Mutter). — Das neugeborene Junge ist in der Regel nicht unerheblich von dem Erwachsenen verschieden; es ist mit Dunen bekleidet oder fast nackt und in der Färbung abweichend; die Form des Schnabels ist häufig eine andere als später (z. B. bei manchen Singvögeln); auch die Nahrung ist oft von derjenigen des Erwachsenen verschieden (so füttern z. B. viele körnerfressende Vögel ihre Jungen mit Insekten). Auch ist das Gefieder, welches an die Stelle des Dunenkleides tritt, sehr häufig von dem des älteren Vogels wesentlich abweichend.

Viele jungen Vögel besitzen, ähnlich wie die jungen Schildkröten und Krokodile, vorn an der Oberseite des Schnabels einen kleinen, fest verhornten Höcker, mit welchem sie die Eischale beim Verlassen des Eies zerbrechen.

Während einige Vögel sich das ganze Jahr hindurch an derselben beschränkten Localität aufhalten: Standvögel, unternehmen andere kleinere oder grössere Ausflüge oder wirkliche Wanderungen. Den Standvögeln am nächsten stehen die Strichvögel, welche innerhalb eines grösseren Gebietes umherstreifen. Auch die sogenannten Wechselvögel, welche sich zu einer Zeit des Jahres etwa auf den Bergen, zu einer anderen in den benachbarten Thälern aufhalten, oder nach Bedürfniss den Wald mit dem freien Lande vertauschen etc., stehen noch den Standvögeln nahe. Weiter entfernen sich die Zugvögel, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie alljährlich in einem kälteren Klima brüten und in einem mehr oder weniger entfernten wärmeren Lande den Winter zubringen. Die Zugvögel schlagen bei ihren Wanderungen bestimmte Wege, Zugstrassen, ein, deren eigenthümliche Richtungen offenbar in dem Bedürfniss begründet sind, dass die Vögel während der ganzen Wanderung so weit wie möglich nur Gegenden berühren, welche ihren natürlichen Aufenthaltsorten einigermaassen entsprechen: Küstenvögel bewegen sich hauptsächlich in Linien, welche an den Meeresküsten oder nöthigenfalls an den Flüssen entlang laufen, Sumpfvögel ziehen mit Vorliebe durch Sumpfgegenden oder längs Flüssen etc. Hin- und Rückweg sind meistens dieselben. Die meisten Vögel ziehen in grossen Schaaren, zuweilen mehrere Arten mit einander. Indem ältere und jüngere Vögel zusammen wandern, wird die Kenntniss des Weges immerfort den neuen Generationen überliefert und bewahrt; „instinctiv“ können die Vögel natürlich den Weg nicht finden, während allerdings bei den Zugvögeln häufig ein ererbter unbestimmter Wandertrieb zu erkennen ist, welcher sich auch bei jungen gefangenen Vögeln als eine gewisse Unruhe zu der Zeit äussert, wenn das Ziehen stattfindet. Die Abreise aus den kälteren Gegenden findet zu verschiedener, für jede Art aber ziemlich bestimmter, Zeit statt, meistens im Herbst, für einige Arten schon im August oder Juli; die Ankunft in denselben findet vom Februar bis Mai statt (für Deutschland), und zwar kommen diejenigen Vögel am spätesten an, welche am frühesten weggehen. Die meisten in

Deutschland brütenden Zugvögel überwintern in Südeuropa und Nordafrika.

Es ist unschwer zu erkennen, dass die Wanderungen der Vögel überhaupt, und auch der Zug, wenigstens ursprünglich durch das Nahrungsbedürfniss veranlasst sind: beobachtet man doch, dass gewisse Vögel, welche für gewöhnlich nicht ziehen, in strengen Wintern bei Mangel an Nahrung nach Süden reisen, während andererseits in milden Wintern einige Zugvögel in dem Lande, wo sie brüten, zurückbleiben. Dem gegenüber ist aber auch hervorzuheben, dass das Ziehen bei den meisten Vögeln dermaassen instinctiv geworden ist, dass sie auch bei reichlich vorhandener Nahrung wegziehen, sich überhaupt bei ihrer Wanderung nicht mehr direct von der Nahrung abhängig zeigen.

Die Vögel, welche über alle Theile der Erdoberfläche, wo überhaupt organisches Leben vorhanden ist, verbreitet, am reichsten aber in den Tropen vertreten sind, bilden eine in der Jetztzeit sehr zahlreiche, aber ziemlich einförmige Ordnung. Geologisch betrachtet, sind die Vögel die jüngste der Wirbelthierclassen, indem der älteste bekannte Vogel aus der Juraformation stammt, aus welcher Formation nur dieser Vogel allein bekannt ist, so dass das Vogelleben zweifellos damals noch sehr spärlich entwickelt war; eine grössere Anzahl kennt man aus der Kreideformation (sämmtliche Zahnvögel), zahlreiche aus der Tertiärformation.

Uebersicht der Ordnungen der Vögel[1]).

<table>
<tr><td></td><td>1. Echsenvögel. Schwanzwirbelsäule länger als der Rumpf. Zähne vorhanden.</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2. Zahnvögel. Schwanzwirbelsäule kürzer als der Rumpf. Zähne vorhanden.</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">Die Jungen sind, wenn sie das Ei verlassen, von einem dichten Dunenkleid bedeckt.</td><td>3. Straussenvögel. Flügel zum Flug unbrauchbar. Kräftige Laufbeine.</td><td rowspan="4">Hinterzehe in der Regel klein.</td></tr>
<tr><td>4. Hühnervögel. Kurzer, schwach gebogener Schnabel. Gangfüsse. Flügel kurz, gewölbt.</td></tr>
<tr><td>5. Schwimmvögel. Mit Schwimmfüssen[2]).</td></tr>
<tr><td>6. Watvögel. Mit Watbeinen.</td></tr>
<tr><td>7. Raubvögel. Schnabel kräftig, stark gebogen. Raubfüsse.</td><td rowspan="4">Hinterzehe in der Regel wohl entwickelt.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Die Jungen sind beim Verlassen des Eies fast nackt und sehr hülflos.</td><td>8. Singvögel. 3 Vorderzehen, Hinterzehe gross, für sich beweglich.</td></tr>
<tr><td>9. Schreivögel. 3 Vorderzehen, die Hinterzehe kleiner, wird zugleich mit den Vorderzehen bewegt.</td></tr>
<tr><td>10. Klettervögel. 2 Vorder-, 2 Hinterzehen.</td></tr>
</table>

---

1) Die systematische Anordnung der Vögel bietet bei der grossen Einförmigkeit derselben bedeutende Schwierigkeiten dar; mehrere der hier aufgeführten Ordnungen sind keine natürlichen Gruppen.

2) Wegen der Begriffe Schwimmfuss, Watbein etc. vergl. die Beschreibungen der betreffenden Ordnungen.

1. Ordnung. **Echsenvögel** (*Saururae*).

Von dieser Ordnung kennt man nur eine einzige Art, *Archaeopteryx lithographica*, aus der Juraformation (dem lithographischen Schiefer). Von allen bekannten Vögeln steht der Archaeopteryx den Reptilien am nächsten. Er zeichnet sich in erster Linie durch den sehr langen, aus 20 grösstentheils langgestreckten Wirbeln bestehenden Schwanz aus, an welchem die Steuerfedern — deren Abdrücke man in der Gesteinsmasse gefunden hat — in einer Reihe an jeder Seite angebracht waren; ferner dadurch, dass die Mittelhandknochen

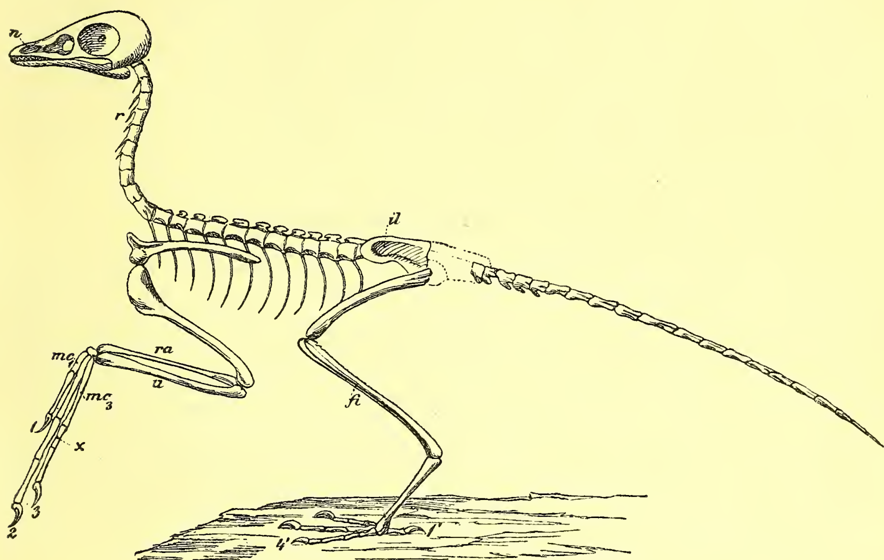


Fig. 378. *Archaeopteryx*. *1—3* erster—dritter Finger, *1'* erste, *4'* vierte Zehe, *fi* Wadenbein, *il* Darmbein, mc_1 erstes, mc_3 drittes Mittelhandbein, *n* Nasenloch, *o* Augenhöhle, *r* Halsrippen, *ra* Radius, *u* Ulna. *x* ist möglicher Weise ein Gelenk, vielleicht aber auch eine Bruchstelle (unter letzterer Voraussetzung ist der drittte Finger dreigliedrig, unter ersterer viergliedrig). — Orig. (mit Benutzung der Figuren von Dames).

getrennt und alle drei Finger wohlentwickelt und mit grossen Krallen versehen waren (was aus der Form des äussersten Fingergliedes zu erkennen ist); durch das Vorhandensein von kegelförmigen Zähnen an den Kieferrändern. Von anderen Charakteren sind hervorzuheben, dass den ziemlich dünnen Brustrippen der schräge Fortsatz, wie es scheint, fehlt, dass die Halsrippen länger als bei anderen Vögeln sind, dass der Hals und die Beckenpartie kürzer, die Brustpartie dagegen länger ist als bei den Vögeln im Allgemeinen (die Brustwirbel scheinen auch beweglicher als sonst gewesen zu sein), dass die Endflächen der Wirbelkörper, wie es scheint, abgeplattet (nicht sattelförmig) sind, und dass das untere Ende des Wadenbeines vollständig, nicht zugespitzt ist (es ist sogar unten ein wenig erweitert). Aus den wohlerhaltenen Abdrücken der grossen Schwungfedern ist zu ersehen, dass der Archaeopteryx ein guter Flieger gewesen sein muss.

Die Grösse war etwa diejenige einer Taube. (Nur in zwei Exemplaren bekannt, beide unvollständig; Brustbein, Becken, Coracoid nicht oder mangelhaft bekannt.)

2. Ordnung. **Zahnvögel** (*Odontornithes*).

Die Zahnvögel, welche in mehreren Arten aus der Kreideformation (Nordamerika) bekannt sind, sind im Ganzen den jetzt lebenden Vögeln sehr ähnlich, unterscheiden sich aber durch den Besitz von Zähnen in den Kieferrändern. Einige derselben (*Ichthyornis*) besitzen Wirbelkörper, deren vordere und hintere Endflächen beide schwach ausgehöhlt sind; bei anderen (*Hesperornis*) verhalten die Wirbel sich wie bei den jetzt lebenden Vögeln. Die Unterkieferhälften waren vorn nicht verschmolzen. Das Becken ist dadurch ausgezeichnet, dass Darmbein und Sitzbein hinten nicht verschmolzen sind. Uebrigens sind ziemlich verschiedene Formen in dieser Gruppe vereinigt: einige waren Flieger, andere besassen wie die Straussenvögel rudimentäre Flügel.

3. Ordnung. **Straussenvögel** (*Ratitae*).

Der hervorragendste Charakter der Ordnung ist der rückgebildete Zustand der Flügel, welche niemals zum Flug gebraucht werden können; oft sind sie sogar völlig rudimentär. Das Brustbein ohne Kamm. Die Hintergliedmaassen, denen eine Hinterzehe in der Regel abgeht, sind gewöhnlich sehr kräftig, zum Lauf eingerichtet, die Krallen kurz und stumpf. Die Federn sitzen nicht in Fluren, sondern sind ziemlich gleichmässig über den ganzen Körper vertheilt (es finden sich übrigens nackte Partien, z. B. an der Innenseite der Vordergliedmaassen beim Strauss und Nandu); zwischen den Federn finden sich keine Dunen; Schwung- und Steuerfedern gewöhnlich nur wenig von den übrigen Federn verschieden. Keine Bürzeldrüse.

Wenn wir die Straussenvögel an diese Stelle, unmittelbar nach Archaeopteryx und den Zahnvögeln, stellen, so geschieht das, weil sie in mehreren Punkten ursprünglichere Züge aufweisen als andere jetzt lebende Vögel. So berühren z. B. die Gaumenbeine nicht den unteren Rand des Schädels, sondern liegen mehr von der Mittellinie entfernt (wie bei den Sauriern), ein Charakter, den sie nur mit einer einzelnen kleinen Gruppe von Hühnervögeln [1]) theilen (bei Archaeopteryx und den Zahnvögeln ist diese Partie unbekannt); die Knochen des Schädels bleiben länger als bei anderen Vögeln getrennt (ebenso die Halsrippen und die Fusswurzelknochen); das Sitzbein verwächst nicht oder ganz hinten mit dem Darmbein (wie bei den Zahnvögeln); der zweite Finger der Vordergliedmaassen besitzt eine ziemlich wohlentwickelte Kralle. In verschiedenen anderen Punkten entfernen sie sich dagegen von dem ursprünglichen Verhalten weit: der Zustand der Flügel ist

---

1) Nämlich den Steisshühnern oder Tinamu's (*Crypturidae*), einer Abtheilung von Hühnervögeln, welche durch einen langen Schnabel, sehr kurze oder fehlende Steuerfedern (so dass sie kurzschwänzig oder schwanzlos erscheinen) und eine sehr kleine (oder fehlende) Hinterzehe ausgezeichnet ist. Sie leben in Südamerika.

offenbar ein abgeleiteter (d. h. die Strausse stammen von fliegenden Vögeln ab); das Fehlen des Brustbeinkammes ist eine Folge des Verlustes des Flugvermögens und der Rückbildung der Flugmuskeln; Aehnliches gilt von dem Zustande der Federn etc.

Die meisten Straussenvögel sind Thiere von sehr ansehnlicher Grösse; sie sind wesentlich Steppenthiere, welche in den wärmeren Theilen der südlichen Halbkugel leben. Sie sind vorzugsweise Pflanzenfresser (nehmen auch kleines Gethier). Die Männchen besorgen entweder allein oder hauptsächlich das Brutgeschäft. Die Jungen sind mit Dunen bekleidet und können gleich umherlaufen.

1. Die Straussenfamilie (*Struthionidae*). Schnabel kurz und breit; Federn ohne Nebenfahne; Flügel verhältnissmässig gut entwickelt, mit Daumen und grossen Federn; kleinere oder grössere Federn am Schwanz. Hierher gehören: Die Nandu's (*Rhea*) mit drei Zehen, in Südamerika. Ferner der afrikanische Strauss (*Struthio camelus*) mit nur zwei Zehen (Nr. 3 und 4), von denen die innere eine grosse Kralle trägt, während die äussere krallenlos oder mit einer nur kleinen Kralle versehen ist; Flügel mit sehr grossen, Schwanz ebenfalls mit ansehnlichen Federn; in Afrika und Westasien.

2. Die Kasuarfamilie (*Dromaeidae*). Schnabel kurz; an den Federn sind Haupt- und Nebenfahne von gleicher Grösse; Flügel sehr schwach, daumenlos; Schwanz kaum angedeutet; drei Zehen. Die Kasuare (*Casuarius*) haben oben am Kopfe einen knöchernen, mit Horn bedeckten Kamm, einen zusammengedrückten Schnabel, 5 lange, starke, astlose Federschäfte an jedem Flügel; in Neuguinea, auf den Molukken und im nördlichen Neuholland. Die Emu's (*Dromaeus*) mit plattem Schnabel, ohne Kamm und ohne nackte Federschäfte, leben in Neuholland. — Zu derselben Familie gehören die theilweise riesigen, ausgestorbenen Moa-Vögel (*Dinornis* u. a.), von welchen einige eine Hinterzehe besassen; sie lebten auf Neuseeland, einige bis vor wenigen Jahrhunderten.

3. Die Kiwi's (*Apteryx*) sind kleine, kurzbeinige und kurzhalsige Straussenvögel (etwa von Hühnergrösse) mit langem, dünnem Schnabel, an welchem die Nasenlöcher dicht an der Spitze angebracht sind; Federn ohne Nebenfahne; Flügel ganz rudimentär; Hintergliedmaassen mit einer kleinen Hinterzehe. Die Nahrung besteht wesentlich aus Regenwürmern; die Erde ist an den Stellen, wo sie leben, von zahlreichen mit dem Schnabel gestochenen Löchern durchbohrt. Es sind nächtliche Thiere, welche in kleinen, selbstgegrabenen Höhlen brüten. Neuseeland.

4. Ordnung. **Hühnervögel** (*Rasores*).

Schnabel kurz, an der Spitze schwach gebogen. Gangfüsse: kräftige Füsse mit kleiner Hinterzehe, welche höher eingelenkt ist als die übrigen Zehen, und mit schwach gebogenen, kurzen, niedergedrückten Krallen; selten mit grosser Hinterzehe. Die Flügel in der Regel kurz, abgerundet, gewölbt. Die Hühnervögel sind durchgängig Vögel von etwa mittlerer Grösse; sie sind weniger gute Flieger, halten sich zumeist auf der Erde auf, sind in der Regel Allesfresser, scharren mit ihren Krallen Samen, Larven, Würmer etc. hervor. Nicht wenige leben in Polygamie, in welchem Falle das Männchen gewöhnlich grösser und prächtiger gefärbt ist etc. als das Weibchen. Die Eier werden meistens auf der Erde abgelegt und vom Weibchen bebrütet; die neu-

geborenen Jungen sind kräftiger als diejenigen der meisten anderen Vögel und können sofort umherlaufen.

1. Die Waldhühner-Gruppe (*Tetraonomorphae*). Die Nasenlöcher und der Grund des Schnabels mit dichten Federn bedeckt. Mittelfuss mehr oder weniger befiedert, ohne Sporn. Hierher gehören: Das Haselhuhn (*Tetrastes bonasa*) in Gebirgswaldungen Deutschlands (auch in Skandinavien etc.), Mittelfuss nur in seiner oberen Hälfte befiedert; lebt in Monogamie, ♂ und ♀ ungefähr gleich. Der Auerhahn (*Tetrao urogallus*) und der Birkhahn (*T. tetrix*), beide in Deutschland in Waldungen, stattliche Vögel, ersterer der grössere; der Mittelfuss beider ganz befiedert, die Zehen dagegen nackt; leben in Polygamie, die Männchen viel grösser als die Weibchen, letztere braun, erstere schwärzlich. Die Schneehühner (*Lagopus*) haben den ganzen Fuss befiedert; sie sind im Sommer braun, im Winter gewöhnlich weiss; beide europäische Arten leben nur in kälteren Gegenden; die eine, *L. mutus*, gehört ausschliesslich dem hohen Norden und den Alpen an, die andere, *L. albus*, kommt noch innerhalb der Grenzen Deutschlands (Ostpreussen) vor. Das Steppenhuhn (*Syrrhaptes paradoxus*) zeichnet sich durch seine langen Flügel und durch die kurzen, befiederten Füsse aus, an welchen die Hinterzehe fehlt und die Vorderzehen verwachsen sind; es ist auf den Steppen Westasiens zu Hause, ist aber in den letzten Jahrzehnten zu wiederholten Malen in grossen Schaaren (1863, 1888) in Europa (auch in Deutschland) eingewandert, ohne sich jedoch dauernd anzusiedeln.

2. Die Fasan-Gruppe (*Phasianomorphae*). Die Nasenlöcher nackt, mit einem kleinen, gewölbten Deckel. Der Mittelfuss des Männchens in der Regel mit einem Sporn (selten mit zwei solchen) versehen, welcher beim Weibchen rudimentär ist.

a) Die Fasan-Familie (*Phasianidae*). Schwanz um eine Mittelaxe zusammengebogen, dachförmig. Häufig nackte Anhänge am Kopf. Sporn vorhanden. Männchen und Weibchen sehr verschieden. Südasien. Hierzu gehören: Das Haushuhn (*Gallus domesticus*) mit einem nackten Hautkamm auf dem Kopfe, ♂ mit langen, gebogenen Schwanzdeckfedern; es stammt vom Bankiva-Huhn (*G. bankiva*) ab. Ferner die Fasane (*Phasianus*), von denen eine Art (*Ph. colchicus*) an vielen Stellen in halbwildem Zustand gehalten wird; sie zeichnen sich durch ihren langen, spitzen Schwanz aus (die Steuerfedern selbst sind verlängert).

b) Die Pfau-Familie (*Pavonidae*). Schwanz abgeplattet, ziemlich lang; Sporn vorhanden. Der Pfau (*Pavo cristatus*) mit einem Federbusch am Kopf; ♂ mit ausserordentlich langen Schwanzdeckfedern, welche emporgerichtet werden können; Ostindien. Das Truthuhn (*Meleagris gallopavo*), Kopf und Hals nackt, ein weicher Hautfortsatz hängt von der Oberseite des Kopfes am Grunde des Schnabels herab; Nordamerika.

c) Die Rebhuhn-Familie (*Perdicidae*). Schwanz abgeplattet, kurz; Sporn fehlt oft. In Deutschland leben das gemeine Rebhuhn (*Perdix cinerea*) und die Wachtel (*Coturnix communis*), von welchen letztere Zugvogel ist und in Polygamie lebt; beide haben eine nackte Hautstelle hinter dem Auge, es fehlt ihnen der Sporn, ♂ und ♀ ziemlich gleich. Das Perlhuhn (*Numida meleagris*), mit nacktem Kopf, welcher einen grossen, knöchernen Aufsatz trägt, grau mit weissen Flecken, ohne Sporn, ist in Afrika zu Hause.

3. Die Hokko's (*Cracidae*: Gatt. *Crax* etc.). Grosse Vögel mit ziem-

lich langem Mittelfuss, gebogenen und spitzen Krallen, langem Schwanz; Schnabel am Grunde mit einer „Wachshaut“ überzogen, oft ein grosser Höcker auf der Schnabelwurzel, häufig eine aus aufgerichteten, nach vorn gebogenen Federn gebildete Haube auf dem Scheitel. Brüten auf Bäumen. Mexico und Südamerika.

4. Die Grossfusshühner oder Talegalla's (Gatt. *Megapodius* etc.) zeichnen sich durch die Länge der Krallen und die kräftige Ausbildung der Hinterzehe aus, welche auf gleicher Höhe mit den übrigen Zehen eingelenkt ist. Sie sind dadurch besonders merkwürdig, dass sie ihre sehr grossen Eier nicht ausbrüten, sondern dieselben entweder in einen Haufen von zusammengetragenen Pflanzentheilen, in einen Sandhaufen oder in eine im Sande gegrabene Vertiefung ablegen; die Eier werden dann entweder durch die Wärme ausgebrütet, welche durch die Gährung der Pflanzenstoffe entsteht, oder einfach durch die Sonnenhitze. Die Jungen verlieren das Dunenkleid schon im Ei und schlüpfen mit ausgebildetem Federkleide aus. Australien, Philippinen.

5. Ordnung. **Schwimmvögel** (*Natatores*).

Die Füsse sind im Allgemeinen Schwimmfüsse, d. h. es ist zwischen den Vorderzehen, fast bis an die Spitze derselben, eine Haut ausgespannt. In der Regel sind die Füsse kurz, die Krallen kurz, niedergedrückt, die Hinterzehe meistens sehr klein, das untere Ende des Unterschenkels nackt, mit Schuppen bedeckt. Der Schwanz in der Regel kurz. Das Gefieder dicht, elastisch. Die Schwimmvögel sind im Stande, mittels der Hintergliedmaassen zu schwimmen, nicht wenige können sogar mehr oder weniger tief unter die Oberfläche des Wassers hinabschwimmen: tauchen [1]), wobei sie öfters die Flügel mit als Schwimmwerkzeuge benutzen; andere können nur den Kopf, Hals und Vorderleib unter das Wasser bringen, während der übrige Körper oberhalb des Wassers bleibt. Gehen können sie meistens weniger gut; das Flugvermögen ist bei einigen gut, bei anderen mehr oder weniger rückgebildet.

1. Die Möwengruppe (*Longipennes*). Lange, spitze Flügel, kurze Hinterzehe, spaltförmige, seitlich am Schnabel angebrachte Nasenlöcher; Schwanz wohlentwickelt. Die meisten sind Küstenvögel (einige können aber auch an süssen Gewässern leben) und ernähren sich von Fischen und anderen Meeresthieren, nach welchen sie sich in der Regel auf das Meer niederstürzen; vorzügliche Flieger. Die Möwen (*Larus*) sind grössere hellgefärbte Vögel mit einem an der Spitze gebogenen Schnabel und einem quer abgeschnittenen Schwanz; mehrere Arten an den Küsten Deutschlands. Bei den Raubmöven (*Lestris*) sind die beiden mittleren Steuerfedern länger als die übrigen; Furchen am Schnabel, dunkle Farben; sie verfolgen andere Meeresvögel, wenn diese eine Beute gemacht haben, und ergreifen letztere, wenn jene sie fallen lassen; ausserdem fischen sie selbst und treten als echte Raubvögel auf, indem sie Vögel und kleinere Säugethiere rauben; nordische Vögel, an den Küsten Deutschlands selten. Die Seeschwalben (*Sterna*) weichen

---

1) Im Gegensatz zu solchen Schwimmtauchern werden diejenigen Vögel, welche sich während des Fluges aus der Luft unter das Wasser hinabstürzen, als Stosstaucher bezeichnet.

von den Möwen durch ihren langen, geraden, spitzen Schnabel und den gegabelten Schwanz ab; mehrere Arten in Deutschland.

2. Die Sturmvögel (*Tubinares*) unterscheiden sich besonders dadurch von der vorhergehenden Gruppe, dass die Nasenlöcher oben auf dem Schnabel am Ende zweier Röhren sitzen, welche längs des oberen Schnabelrandes liegen. Werden in der Regel auf offenem Meere angetroffen. Hierzu gehören der möwenähnliche, hochnordische Eissturmvogel (*Fulmarus glacialis*), die kleine, dunkel gefärbte Sturmschwalbe oder St. Petersvogel (*Procellaria pelagica*), im Atlantischen Meer, und der grosse Albatross (*Diomedea exulans*) auf der südlichen Halbkugel, beim Kap etc.; letzterem fehlt die Hinterzehe.

3. Die Ruderfüssler (*Steganopodes*) haben eine grosse, nach innen gerichtete Hinterzehe, welche durch eine Schwimmhaut mit den übrigen drei Zehen verbunden ist, so dass hier also eine Schwimmhaut zwischen allen vier Zehen vorhanden ist (Ruderfuss). Schnabel lang, gerade, in der Regel mit nach unten gebogener Spitze. Die schwarze Scharbe oder der Kormoran (*Graculus carbo*) ist ein dunkel gefärbter Vogel mit schmalem, an der Spitze hakig gebogenem Schnabel; brütet gesellig in Bäumen in der Nähe des Meeres oder süsser Gewässer; ernährt sich von Fischen; fast durch ganz Europa, Asien, Nordamerika (im Winter auch in Afrika). Die Pelikane (*Pelecanus*) sind weiss mit röthlichem oder gelblichem Anfluge; der Schnabel lang, gerade, breit, an der Spitze hakig gebogen; die Haut zwischen den Unterkieferästen sehr erweiterungsfähig, bildet in ausgedehntem Zustande einen grossen Sack (zum Aufbewahren der Beute); Zunge rudimentär; zwei Arten in Südeuropa, welche sich bisweilen nach Deutschland verfliegen. Der Fregattvogel (*Tachypetes aquila*) mit langen, spitzen Flügeln, gabeligem Schwanz und schwach entwickelter Schwimmhaut, lebt auf offenem Meere innerhalb der Wendekreise, ernährt sich besonders von fliegenden Fischen, welche er im Fluge ergreift. Der Tölpel (*Sula bassana*), mit langen Flügeln und einem langen, kräftigen, spitzen Schnabel, stürzt sich nach seiner Beute tief ins Wasser hinein; häufig bei Island und den Färöern, selten an der deutschen Nordseeküste.

4. Die Steissfüssler (*Pygopodes*). Flügel schwach entwickelt, aber mit gewöhnlicher Befiederung. Schnabel verschieden. Schenkel und grösster Theil des Unterschenkels in die Rumpfhaut eingeschlossen, aus welcher nur das unterste Ende des Unterschenkels dicht beim After hervorragt. Schwanz sehr kurz. Der Körper wird beim Gange aufrecht gehalten. Sie tauchen nach Fischen, Schalthieren u. Aehnl. Gehören der nördlichen kalten Zone an.

a) Die Seetaucher (*Colymbus*) besitzen gewöhnliche Schwimmfüsse mit einer kleinen Hinterzehe, Schnabel lang, spitz, gerade. Hochnordische Vögel, welche am Süsswasser nisten; eine Art (*C. septentrionalis*) kommt im Winter häufig in Deutschland vor. — Die Steissfüsse oder Lappentaucher (*Podiceps*) sind den Seetauchern ähnlich, unterscheiden sich aber dadurch, dass eine zusammenhängende Schwimmhaut nicht vorhanden ist, sondern jede Vorderzehe jederseits einen breiten Hautsaum besitzt (Spaltschwimmfuss); sie bauen ein schwimmendes Nest auf stehenden Gewässern; mehrere Arten brüten in Deutschland.

b) Die Alkenfamilie (*Alcidae*) unterscheiden sich von den vorigen durch den Mangel einer Hinterzehe. Sie brüten gesellig am Meere. Dazu gehören: Die Lummen (*Uria*) mit ziemlich langem, geradem, zugespitztem, zusammengedrücktem Schnabel; brüten besonders an

den nördlichen Meeren, zwei Arten kommen im Winter häufig an die Ost- und Nordseeküsten. Der Alk (*Alca torda*) mit stark zusammengedrücktem, gefurchtem, etwas gebogenem Schnabel; brütet im hohen Norden, kommt im Winter häufig an die deutschen Küsten. Mit letzterem verwandt ist der in unserem Jahrhundert ausgestorbene grosse Geiervogel oder Riesenalk (*Alca impennis*), dessen rückgebildete Flügel zum Flug völlig unbrauchbar waren; er lebte bei Island, Neufundland etc., in sehr alter Zeit auch an den dänischen Küsten. Der Lund oder Papageitaucher (*Mormon fratercula*) hat einen noch stärker zusammengedrückten, hohen, gefurchten Schnabel; er gräbt sich lange Röhren in die Erde und nistet in denselben; brütet hauptsächlich an den Küsten des hohen Nordens (Islands etc.).

5. Die Pinguine (*Impennes*) sind eine sehr abweichende Gruppe von Vögeln, welche besonders dadurch ausgezeichnet sind, dass die ziemlich kleinen Vordergliedmaassen in allen Gelenken mit Ausnahme des Schultergelenkes unbeweglich und mit kleinen, schuppenähnlichen Federn bedeckt sind (keine besonders entwickelten Schwungfedern); sie sind natürlich als Flugwerkzeuge unbrauchbar, werden aber beim Schwimmen benutzt [1]). Ebenso wie die Alken haben die Pinguine einen aufrechten Gang; der Mittelfuss ist kurz und breit, die kleine Hinterzehe nach vorn gewendet. Der Schwanz ist sehr kurz. Die Federn sind gleichmässig vertheilt, sitzen nicht in Fluren. Leben auf der südlichen Halbkugel.

6. Die Entenvögel (*Lamellirostres*). Grosser, in der Regel breiter, am Grunde höherer, gegen die Spitze abgeplatteter Schnabel, welcher grösstentheils mit einer weichen Haut bedeckt ist, nur an der Spitze des Oberschnabels eine nagelähnliche, feste Hornplatte; längs der Kieferränder eine Reihe kleiner, in der Regel plattenförmiger Fortsätze. Dicke, weiche Zunge. Kleine Hinterzehe.

a) Die Enten (*Anatinae*) sind kleinere Entenvögel mit kurzem Hals und breitem, plattem Schnabel mit einer kleinen Hornplatte; das Männchen prächtiger als das Weibchen gefärbt; Winter- und Sommerkleid verschieden. Zugvögel. Hierzu gehören die Stockente (*Anas boschas*), Stammform der Hausente, ferner die Krickente (*A. crecca*), die Knäckente (*A. querquedula*), die Löffelente (*A. clypeata*), deren Schnabel sehr gross und mit langen Randblättchen versehen ist, etc.; alle diese und mehrere andere kommen in Deutschland vor, mit Ausnahme der Stockente und Knäckente brüten sie aber ausschliesslich oder überwiegend in nördlicheren Gegenden. — Die Tauchenten (*Fuligulinae*) weichen von den Enten durch den Besitz eines kleinen Hautlappens an der Hinterzehe ab, welcher jenen abgeht, ferner dadurch, dass sie tauchen können; die meisten sind hochnordische Vögel, mehrere erscheinen im Winter an den deutschen Küsten. Zu dieser Abtheilung gehört die Eiderente (*Somateria mollissima*), welche auf den Färöern, bei Island und Grönland massenhaft, in geringerer Anzahl auf mehreren dänischen Inseln und auf Sylt brütet. — Die Säger (*Merginae*: Gatt. *Mergus* u. a.) weichen dadurch von den Tauchenten ab, dass der Schnabel schmal, an der Spitze hakig gebogen und am Rande mit zahnartigen Fortsätzen versehen ist. Mehrere Arten in Deutschland.

---

1) Das Thier schwimmt sogar fast ausschliesslich mittels der Vordergliedmaassen, die Hinterfüsse sind während des Schwimmens nach hinten gestreckt, mit den Fussflächen nach oben gerichtet, und dienen als Steuerwerkzeuge.

b) Die Gänse (*Anserinae*). Grössere, ziemlich langhalsige und hochbeinige Entenvögel ohne Hautlappen an der Hinterzehe, Schnabel an der Wurzel hoch und mit einer grossen Hornplatte an der Spitze. Im Gegensatz zu den übrigen Entenvögeln, welche sich von Gethier ernähren oder Allesfresser sind, ernähren sich die Gänse vorzugsweise von Pflanzen, welche sie mit ihrem Schnabel abweiden; auch leben sie weit mehr auf dem Lande als die übrigen. In der Regel kein bedeutender Geschlechtsunterschied. In Deutschland brütet die Graugans (*Anser cinereus*), die Stammform der Hausgans; mehrere nordische Gänse kommen auf dem Zug nach Deutschland.

c) Die Schwäne (*Cygnus*). Grosse, sehr langhalsige, aber kurzbeinige Entenvögel, die Hinterzehe ohne Hautlappen, Schnabel an der Wurzel hoch, an der Spitze abgeplattet. In der gemässigten und der kalten Zone; die der nördlichen Halbkugel weiss, die der südlichen ganz oder theilweise schwarz. Der Singschwan (*C. musicus*) ist ein nordischer Vogel, welcher Deutschland auf dem Zug durchzieht. Der Höckerschwan (*C. olor*) brütet in Deutschland, wird häufig gezähmt gehalten. Der schwarze Schwan (*C. atratus*) lebt in Neuholland.

d) Die Flamingos (*Phoenicopterus*) sind durch die sehr verlängerten Schien- und Mittelfussbeine Watvögeln ähnlich; der Hals ausserordentlich lang; der Schnabel querüber in der Mitte wie geknickt, übrigens dem der Enten ähnlich; Zunge weich und gross; Schwimmhaut vorhanden. Eine Art dieser grossen Vögel lebt in den Mittelmeerländern, watet im Wasser am Strande umher.

6. Ordnung. **Watvögel** (*Grallatores*).

Die Beine sind Watbeine: der untere Theil des Unterschenkels nackt, mit Schuppen bekleidet, der Mittelfuss lang, keine Schwimmhaut (ausnahmsweise ist eine solche vorhanden). Der Kopf ist klein, der Schnabel in der Regel lang und schmal. Der Hals lang, stark S-förmig gekrümmt, oft mit langen Federn, welche die Biegungen verdecken, so dass der Hals kurz und dick erscheint. In der Regel gute Flieger. Die Nahrung ist gewöhnlich thierischer Art.

1. Grossschnäblige Watvögel (*Altinares*). Schnabel gross, kräftig, weit länger als der übrige Theil des Kopfes, mit fester Hornscheide, kleinen, hoch gestellten Nasenlöchern. Flügel gross. Vögel von ansehnlicher Grösse, welche ihr Nest hoch über der Erde (auf Bäumen etc.) bauen und ihre Jungen füttern.

a) Die Reiher (*Herodii*). Hinterzehe lang, mit einer grossen Kralle versehen, berührt in ihrer ganzen Länge die Erde. In Deutschland leben: der Fischreiher (*Ardea cinerea*), häufig, nistet gesellig auf Bäumen; die Rohrdommel (*Botaurus stellaris*), mit lockerem Gefieder und bräunlichen Farben, Nachtvogel; der Nachtreiher (*Nycticorax griseus*) mit dickem Schnabel, selten; u. a.

b) Die Störche (*Pelargi*). Hinterzehe kürzer, mit kleinerer Kralle und höher als die anderen Zehen eingelenkt. Hierzu: Der weisse Storch (*Ciconia alba*) und der schwarze Storch (*C. nigra*), beide in Deutschland brütend (letzterer seltener), Zugvögel. Die Kropfstörche oder Marabu's (*Leptoptilus*) mit sehr kräftigem Schnabel, kahlem Hals und Kopf, Aasfresser, in Afrika und Ostindien. Der

Löffelstorch[1]) (*Platalea leucorodia*) mit stark abgeplattetem, an der Spitze breitem Schnabel, in Süd-Europa, selten in Deutschland. Der weisse heilige Ibis (*Ibis religiosa*) der alten Aegypter zeichnet sich durch einen ziemlich dünnen, sanft gebogenen Schnabel und durch nackten Kopf und Hals aus; jetzt in Aegypten selten, häufig im Sudan und südlichen Nubien.

2. Kurzschnäblige Watvögel (*Brevirostres*). Schnabel kurz, gewöhnlich ziemlich dick, mit fester Hornscheide und grossen, niedrig gestellten Nasenlöchern. Die Mehrzahl sind kleine oder mittelgrosse Vögel, welche auf der Erde nisten; die Jungen laufen fast gleich umher.

a) Die Regenpfeifer (*Charadriidae*). Kleinere Vögel mit kleiner Hinterzehe oder ohne solche. Unter den in Deutschland vorkommenden führen wir folgende an: Der Kiebitz (*Vanellus cristatus*) mit Federhaube auf dem Kopf, Hinterzehe vorhanden, nistet auf Wiesen. Der Steinwälzer (*Strepsilas interpres*) mit Hinterzehe, der kurze Schnabel etwas nach oben gebogen; fast über die ganze Erde verbreitet, am Strande. Der Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) ohne Hinterzehe, mit langem Schnabel, am Strande. Der Goldregenpfeifer (*Charadrius pluvialis*) ohne Hinterzehe, mit kurzem, an der Spitze kolbigem Schnabel; auf Haiden etc., nicht am Meere. Alle vier sind Zugvögel, die drei ersteren brüten in Deutschland, letzterer wesentlich im hohen Norden, kommt auf dem Zug durch Deutschland.

b) Die Trappen (*Otididae*). Grössere, hühnerähnliche Vögel mit kurzem, kegelförmigem Schnabel und kurzen, kräftigen Zehen; die Hinterzehe fehlt. Leben in baumlosen, trockenen Ebenen. Die grosse Trappe (*Otis tarda*) ist an einigen Stellen in Deutschland, z. B. in Sachsen, häufig; die kleine Trappe (*O. tetrax*), in den Mittelmeerländern zu Hause, hat sich seit den siebziger Jahren in Thüringen als Brutvogel niedergelassen, verfliegt sich auch sonst zuweilen nach Deutschland.

c) Die Sumpfhühner (*Rallidae*). Zehen lang, die Hinterzehe wohl entwickelt, der Schnabel kürzer oder länger. Beispielsweise führen wir an: Die Wasserralle (*Rallus aquaticus*), Schnabel gerade, länger als der übrige Kopf; der Wachtelkönig (*Crex pratensis*); das Teichhuhn (*Gallinua choropus*); das Wasserhuhn (*Fulica atra*) mit einem Hautsaum längs jeder Seite der Vorderzehen; die beiden letzteren mit einer nackten hornigen Stirnschwiele oberhalb des Schnabels. Alle vier sind Zugvögel, welche in Deutschland brüten.

d) Die Kraniche (*Gruidae*). Ziemlich starker, gerader, spitzer Schnabel; Beine sehr hoch, Zehen kurz, Hinterzehe klein, Hals lang. Grössere Vögel. Der gemeine Kranich (*Grus cinerea*) brütet innerhalb Deutschlands nur im Nordosten, sonst in nördlicheren Ländern, kommt auf dem Zug durch.

3. Dünnschnäblige Watvögel (*Debilirostres*). Schnabel lang, dünn, oft biegsam, häufig mit einer weichen Haut versehen. Uebrigens wie die kurzschnäbligen. In der Lebensweise sind sie echte Watvögel. Dazu gehören: Die Schnepfen (*Scolopax*) mit langem, geradem, weichem Schnabel (Waldschnepfe [*S. rusticola*], Mittelschnepfe [*S. major*], Heerschnepfe oder gemeine Bekassine [*S. gallinago*], Moorschnepfe [*S. gallinula*]). Die kleinen Strandläufer (*Tringa*), hochnordische Brutvögel. Der Kampfläufer (*Machetes pugnax*). Die Wasserläufer (*Totanus*).

1) Meistens Löffelreiher genannt.

Die Uferschnepfen (*Limosa*). Der Brachvogel (*Numenius arcuata*) mit sehr langem, bogenförmig abwärts gekrümmtem Schnabel. Der Säbelschnäbler (*Recurvirostra avocetta*) mit sehr langem, aufwärts gebogenem Schnabel uud unvollständiger Schwimmhaut zwischen den Zehen. Alle genannten (und andere mehr) kommen in Deutschland vor, alle sind Zugvögel. — Die kleinen Wassertreter (*Phalaropus*), mit Hautsaum längs der Zehen, sind hochnordische Vögel (auf Island etc.), welche sich selten nach Deutschland verirren. Das Männchen brütet allein die Eier aus.

7. Ordnung. **Raubvögel** (*Accipitres* oder *Rapaces*).

Schnabel kurz, kräftig, an der Wurzel dick, Oberschnabel stark gebogen, mit nach unten gerichteter Spitze; an der Wurzel des Schnabels eine nackte, halbfeste Haut, die Wachshaut. Kräftige Füsse, die starken Krallen haben die Form eines langen, spitzen, gebogenen Kegels; die Hinterzehe in der Regel sehr kräftig. Flügel gross. In der Regel stattliche Vögel, welche sich von Raub oder Aas ernähren. Das Weibchen grösser als das Männchen. Die neugeborenen Jungen sind zwar mit Dunen dicht bekleidet, bleiben aber längere Zeit im Nest und werden von den Eltern gefüttert.

1. Tagraubvögel (*Hemeroharpages*). Kopf und Hals befiedert. Hinterzehe gross, in derselben Höhe mit den Vorderzehen eingelenkt, trägt eine sehr kräftige Kralle. Sie fangen lebendige Thiere.

a) Die Habichte (*Asturidae*). Die Hinterseite des Mittelfusses mit grösseren Hornplatten bedeckt; Flügel mittellang. In Deutschland häufig sind der Hühnerhabicht (*Astur palumbarius*) und der kleinere Sperber (*A. nisus*), beide Stand- oder Strichvögel. Der Secretär (*Gypogeranus secretarius*), ausserordentlich hochbeinig, Mittelfuss sehr lang, Zehen kurz, erinnert an die Watvögel; Steppenvogel, welcher besonders von Reptilien lebt; Afrika. — Von den Habichten weichen die Bussarde (*Buteo*) besonders durch die längeren Flügel ab. Die Weihen (*Circus*), ebenfalls mit langen Flügeln, zeichnen sich besonders durch den Besitz eines ähnlichen „Schleiers“ wie die Eulen aus.

b) Die Falken (*Falconidae*). Hinterseite des Mittelfusses mit zahlreichen kleinen Schuppen. Kurzer, kräftiger, von der Wurzel aus gebogener Schnabel mit grösserem Zahn nahe der Spitze. Flügel gewöhnlich lang. Die wichtigsten in Deutschland vorkommenden sind: Der Thurmfalk (*Falco tinnunculus*), der Wanderfalk (*F. peregrinus*), der Lerchenfalk (*F. subbuteo*) und der Zwergfalk (*F. aesalon*); alle genannten sind Zugvögel, die drei ersteren nisten in Deutschland, der letzte im Norden (kommt im Winter nach Deutschland). Der Jagdfalk (*F. gyrfalco*) ist ein hochnordischer Vogel.

c) Die Adler (*Aquilidae*). Der Mittelfuss wie bei den Falken (aber häufig befiedert); Schnabel meistens länger, nur an der Spitze gebogen, sehr kräftig, ohne Zahn. Grosse Vögel mit langen Flügeln. Die Edeladler (*Aquila*) zeichnen sich durch den ganz befiederten Mittelfuss aus; die in Deutschland häufigste Art dieser Gattung ist der Schreiadler (*A. naevia*), selten dagegen sind die grösseren, der Steinadler (*A. chrysaëtus*) und der Kaiseradler (*A. imperialis*). Der grosse Seeadler (*Haliaëtus albicilla*), dessen Mittelfuss nur in der oberen Hälfte befiedert ist, lebt sowohl von Landthieren als von Fischen; besonders in Norddeutschland. Der Flussadler (*Pandion haliaëtus*)

zeichnet sich durch den kurzen Schnabel und dadurch aus, dass die äussere Zehe eine Wendezehe ist (kann nach hinten gerichtet werden); nährt sich von Fischen; kosmopolitisch, ist in allen fünf Welttheilen gefunden. — Der rothe Milan (*Milvus regalis*) unterscheidet sich von den Adlern durch seinen kleineren Schnabel, Schwanz gegabelt; häufig in Deutschland. — Zu den Adlern gehört auch der grosse Lämmergeier (*Gypaëtus barbatus*), in den Gebirgsgegenden Süd-Europas und Süd-Asiens (früher in den Alpen, wo er jetzt ausgerottet ist). Er wurde früher zu den Geiern gerechnet, denen er in der Lebensweise ähnlich ist (er nährt sich hauptsächlich von Aas); Kopf und Hals sind aber mit echten Federn bekleidet.

2. Die Ostgeier (*Saproharpages*). Kopf und oberer Theil des Halses in der Regel kahl oder mit Dunen bekleidet. Hinterzehe gross, mit den übrigen Zehen auf gleicher Höhe eingelenkt. Die Krallen weniger kräftig, etwas niedergedrückt. Flügel gross. Zahlreiche kleine Schuppen auf der Hinterseite des Mittelfusses. Grosse Vögel, welche sich meistens von Aas ernähren, leben in den heisseren Theilen der alten Welt. Der grosse weissköpfige Geier (*Vultur fulvus*), dessen Kopf und Hals mit weisslichem Flaum bedeckt ist, und der kleinere Aasgeier (*Neophron percnopterus*), mit nacktem Kopf und sehr langem, dünnem Schnabel, leben in den Mittelmeerländern und in Afrika, verfliegen sich zuweilen nach Deutschland.

3. Die Westgeier (*Necroharpages*). Kopf und oberer Theil des Halses in der Regel nackt. Hinterzehe kleiner, höher als die übrigen eingelenkt. Nasenscheidewand durchbrochen. Sehr grosse Flügel. Aasfresser, in Amerika, besonders Südamerika. Die grösste Art ist der Kondor (*Sarcorhamphus gryphus*), eine zweite ansehnliche Form ist der Königsgeier (*S. papa*) mit buntgefärbtem Hals und Kopf; kleiner die Rabengeier (*Cathartes*).

4. Die Eulen (*Nyctharpages*). Der hintere Theil des Kopfes so breit, dass die Augen nach vorn gerichtet sind (bei anderen Raubvögeln sind sie seitwärts gerichtet). Das Gesicht ist von einem Kreis von kurzen eigenthümlichen Federn, dem Schleier, eingefasst; ausserdem ein Federkranz um jedes Auge; zwischen diesem Kranz und dem Schleier die grosse Ohröffnung. Borstenartige Federn umgeben die Schnabelwurzel. Das Gefieder weich, in der Regel bräunlich gesprenkelt. Die Aussenzehe (Nr. 4) ist eine Wendezehe, welche nach hinten gewendet werden kann. Die Hinterzehe etwas höher, als die übrigen eingelenkt. Der Fuss mit den Zehen gewöhnlich befiedert.

a) Tag-Eulen (*Striges diurnae*). Die Ohröffnung einfach, ohne Deckel. Schleier oben unvollständig. Sie jagen sowohl am Tage wie Abends. Hierher gehören von deutschen Eulen der grosse Uhu (*Bubo maximus*) und die kleine Zwergohreule (*Ephialtes scops*), beide mit zwei Federbüscheln am Kopfe; häufiger als diese ist der Steinkauz (*Athene noctua*). Die Schneeeule (*Nyctea nivea*) und die Sperbereule (*Surnia nisoria*) sind hochnordische Vögel, welche sich hin und wieder nach Deutschland verfliegen; auch die an einzelnen Stellen in Deutschland ständig vorkommende Sperlingseule (*Glaucidium passerinum*) ist ein mehr nordischer Vogel.

b) Nacht-Eulen (*Striges nocturnae*). Ohröffnung sehr gross, von einer Klappe (Hautfalte) überdeckt. Schleier vollständig. In Deutschland leben: Der Waldkauz (*Syrnium aluco*), der seltene Uralkauz (*S. uralense*), die Waldohreule (*Otus vulgaris*), die Sumpfohreule

(*O. brachyotus*), die beiden letzteren mit zwei aufrichtbaren Federbüscheln auf dem Kopf, die rauhfüssige Eule (*Nyctale funerea*) und die fast kosmopolitische Schleiereule (*Strix flammea*).

8. Ordnung. **Singvögel** (*Oseines*).

Füsse dünn, zart gebaut. Die Hinterzehe, welche kräftig und mit einer grösseren Kralle als die anderen Zehen ausgestattet ist, kann für sich bewegt werden, während sie bei allen anderen Vögeln stets nur gleichzeitig mit den Vorderzehen bewegt werden kann (weil eine der Beugesehnen der Hinterzehe bei den Vögeln im Allgemeinen mit einer der Beugesehnen der Vorderzehen verbunden ist, während dieselbe bei den Singvögeln frei ist). Die Flügeldeckfedern klein und in geringer Zahl vorhanden. Bei der Mehrzahl ist die Hinterseite des Mittelfusses grösstentheils von zwei langen, schmalen Platten bedeckt (anstatt wie gewöhnlich von zahlreichen Schuppen). Am unteren Ende der Luftröhre finden sich in der Regel mehrere kleine, sonst den Vögeln fehlende Muskeln (Singmuskeln). Nestbau oft ziemlich künstlich. Gewöhnlich Körner-, Beeren- oder Insektenfresser.

1. Drosselvögel (*Turdiformes*). Schnabel gewöhnlich gerade oder an der Spitze schwach gebogen, oft mit einem Einschnitt vorn am Rande des Oberkiefers; die Nasenlöcher sitzen niedrig.

a) Die Sänger (*Sylviadae*). Schnabel ziemlich schwach, zusammengedrückt, mittellang, mit einem seichten Einschnitt. Kleine oder mittelgrosse Vögel, z. Th. ausgezeichnete Sänger. Ernähren sich von Insekten und Beeren. Hierzu gehören von deutschen Vögeln unter anderen folgende: Die Drosseln (*Turdus*): Schwarzdrossel oder Amsel (*T. merula*), Ringdrossel (*T. torquatus*), Singdrossel (*T. musicus*) etc. Die Wasseramsel (*Cinclus aquaticus*), ungefähr von gleicher Grösse wie die Drosseln, an fliessendem Wasser, taucht; Standvogel. Die Nachtigal (*Luscinia philomela*), das Blaukehlchen (*L. suecica*) und das Rothkelchen (*L. rubecula*). Die Rothschwänze (*Ruticilla*). Die Steinschmätzer (*Saxicola*). Die Gatt. *Sylvia* (Grasmücken, Rohr- und Laubsänger), kleine zarte Vögel, meistens von unansehnlicher Färbung. Die Goldhähnchen (*Regulus*) und der Zaunschlüpfer (*Troglodytes parvulus*), die kleinsten Vögel Deutschlands. Die Bachstelzen (*Motacilla*) mit langem, wippendem Schwanz, an kleinen Gewässern. Die Pieper (*Anthus*) mit langer Hinterkralle, ähnlich wie die Lerchen.

b) Die Würger (*Laniadae*) unterscheiden sich von den Sängern durch ihren stärkeren Schnabel, welcher jederseits am Rande dicht innerhalb der gebogenen Spitze mit einem starken Zahn versehen ist. Sie fangen Insekten und kleine Wirbelthiere und spiessen dieselben auf Dornen. In Deutschland leben mehrere Arten, von denen die grösste, *Lanius excubitor*, von der Grösse einer Drossel ist.

c) Die Meisen (*Paridae*) sind kleine Vögel mit weichem Gefieder; Schnabel kurz, ziemlich dick, nicht gebogen, ohne Einschnitt; Nasenlöcher von Borstenfedern bedeckt. Insektenfresser, welche zumeist in hohlen Bäumen und an ähnlichen Orten brüten. Hierhin von deutschen Vögeln die Kohlmeise (*Parus major*), die Blaumeise (*P. cyaneus*) die Schwanzmeise (*P. caudatus*) u. a.

d) Die Fliegenschnäpper (*Musicapidae*) haben einen kurzen, geraden, an der Wurzel breiten und abgeplatteten Schnabel mit steifen Borstenfedern am Grunde. Vier Arten in Deutschland.

e) Der Seidenschwanz (*Ampelis garrulus*) hat einen ziemlich kurzen, an der Wurzel etwas breiteren Schnabel; das Gefieder weich. Die merkwürdigste Eigenthümlichkcit des Vogels ist, dass am distalen Ende der Armschwungfedern und zuweilen auch der Steuerfedern einige Aeste mit der Spitze des Schaftes zu einem spatelförmigen Plättchen verwachsen. Brütet im hohen Norden, kommt im Winter häufig nach Deutschland. — Einer verwandten Gruppe gehört der Pirol (*Oriolus galbula*) an, welcher schön gelb, von der Grösse einer Drossel ist. In Deutschland.

2. Kegelschnäbler (*Conirostres*). Schnabel kurz, dick, kegelförmig, mit hochliegenden Nasenlöchern. Sie ernähren sich besonders von Samen; die Jungen werden mit Insekten gefüttert.

a) Die Finken (*Fringilla*). Schnabel dick, ohne hakige Spitze. Der Kernbeisser (*F. coccothraustes*), der grösste deutsche Fink, Schnabel ausserordentlich dick und kräftig. Der Buchfink (*F. coelebs*), Strich- oder Zugvogel; der Bergfink (*F. montifringilla*), brütet im Norden, kommt auf dem Zug nach Deutschland. Die Hänflinge: Grünfink (*F. chloris*), Girlitz (*F. serinus*), Bluthänfling (*F. cannabina*) Berghänfling (*F. montium*); der letztere brütet im Norden, kommt im Winter nach Deutschland. Der Stieglitz (*F. carduelis*), der kleine gelblich-grüne Erlenzeisig (*F. spinus*), der Birkenzeisig (*F. linaria*). Der Haussperling (*F. domestica*) in Europa, Asien, Nordafrika, auch nach Amerika und Australien übergeführt, hat sich in Nordamerika ungeheuer stark vermehrt; der Feldsperling (*F. montana*). Der Dompfaff oder Gimpel (*F. pyrrhula*). Alle genannten in Deutschland, die meisten Stand- oder Strichvögel. Von fremden Formen nennen wir nur den Kanarienvogel (*F. canaria*), von den kanarischen Inseln.

b) Die Ammern (*Emberiza*). Schnabel an der Spitze zusammengedrückt, Oberschnabel schmäler und niedriger als der Unterschnabel, Schnabelränder eingebogen; meistens ein harter Höcker am Gaumen. Die Schneeammer (*E. nivalis*), nistet im Norden, erscheint im Winter häufig in Deutschland; ohne Gaumenhöcker. Die Grauammer (*E. miliaria*), die Goldammer (*E. citrinella*), die Gartenammer (*E. hortulana*), die Rohrammer (*E. schoeniclus*). Alle genannten in Deutschland.

c) Die Kreuzschnäbel (*Loxia*) sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass die Spitzen des Ober- und Unterschnabels einander kreuzen. Nadelholzvögel. In Deutschland *L. curvirostra* und *pityopsittacus*. — Verwandt ist der Hakengimpel (*Pinicola enucleator*), drosselgrosser Vogel mit hakiger Oberkieferspitze, gehört dem Norden an, selten in Deutschland.

3. Rabenvögel (*Corviformes*). Kräftiger, ziemlich grosser, unfähr gerader Schnabel; ziemlich kräftige Füsse. Meistens grössere, gesellig lebende, allesfressende Vögel.

a) Der Staar (*Sturnus vulgaris*), mittelgrosser Vogel mit langem, geradem, niedergedrücktem Schnabel; die Nasenlöcher nicht von Federn bedeckt. Höhlenbrüter, Insektenfresser, Zugvogel. — Verwandt ist der Hirtenvogel (*Pastor roseus*), dessen Schnabelfirst sanft gebogen ist; ebenfalls Höhlenbrüter, in den Mittelmeerländern, verirrt sich selten nach Deutschland.

b) Die Rabenfamilie (*Corvidae*) mit sehr kräftigem, vorn zusammengedrücktem, etwas gebogenem Schnabel; die Nasenlöcher sind von borstenartigen Federn bedeckt. Grössere Vögel. Der Rabe (*Corvus corax*), der grösste deutsche Singvogel, ganz schwarz; nicht sehr zahlreich. Die ganz schwarze Rabenkrähe (*C. corone*) und die theilweise graue Nebelkrähe (*C. cornix*) sind nicht selbständige Arten, sondern nur geographische Varietäten: es giebt allerlei Uebergänge zwischen beiden, und sie paaren sich unbedingt fruchtbar mit einander; in Deutschland ist die R. die westliche, die N. die östliche Form, in Norddeutschland bildet die Elbe ziemlich scharf die Grenze. Die Saatkrähe (*C. frugilegus*), ganz schwarz, die Borstenfedern an der Schnabelwurzel fehlen den Alten. Die Dohle (*C. monedula*), schieferschwarz, Schnabel kürzer als bei den genannten. Die Elster (*Pica caudata*), mit langem, stufigem Schwanz, schwarz und weiss. Der Eichelheher (*Garrulus glandarius*), bunt gefärbter Vogel mit kürzerem Schnabel, dessen Spitze hakig gebogen ist. Der Tannenheher (*Nucifraga caryocatactes*) mit langem, fast geradem Schnabel, nicht häufig in Deutschland.

c) Die Paradiesvögel (*Paradiseïdae*) zeichnen sich besonders durch die prächtigen Farben und eigenthümliche Ausbildung des Gefieders aus, welche den Männchen eigen sind, während die Weibchen bescheidener ausgestattet sind. Grössere Vögel, mit kräftigem, zammengedrücktem Schnabel und von Federn überdeckten Nasenlöchern. Neu-Guinea und anliegende Inseln.

4. Die Schwalben (*Longipennes*). Flügel sehr lang, Füsse kurz, Schnabel kurz, an der Wurzel breit, die Mundwinkel erstrecken sich weit nach hinten. Kleine Vögel, ausgezeichnete Flieger, Insektenfresser; Zugvögel. In Deutschland leben die Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) mit braunrother Kehle, die Hausschwalbe (*H. urbica*), welche ihr bekanntes Nest aus Erde und Speichel bauen, und die braungraue Uferschwalbe (*H. riparia*), welche ihre horizontalen, 1—1$^1/_2$ m langen Niströhren in senkrechten Uferwänden graben, um in dem inneren, etwas erweiterten Ende zu brüten.

5. Der Baumläufer (*Certhia familiaris*), der Mauerläufer (*Tichodroma muraria*) und der Kleiber (*Sitta caesia*) gehören einer besonderen kleinen Abtheilung der Singvögel an, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass die Hinterzehe ungemein gross ist, während die Vorderzehen am Grunde von einer gemeinsamen Haut umschlossen sind. Die Krallen stark zusammengedrückt, sehr spitz. Laufen an Baumstämmen oder an Felsen (Mauerläufer). Die beiden ersteren haben einen langen, dünnen, gebogenen Schnabel (am längsten beim Mauerläufer), der letzte einen geraden, spitzen, kräftigen Schnabel. Der erste und der letzte sind in Deutschland überall verbreitet, der Mauerläufer gehört den Alpen an (innerhalb der deutschen Grenzen in Oberbayern).

6. Die Lerchen (*Alaudidae*) unterscheiden sich von allen vorher genannten Singvögeln dadurch, dass die Hinterseite des Mittelfusses von mehreren kleinen Platten bedeckt ist. Die Hinterzehe mit einer langen, geraden Kralle. Schnabel mittellang, ziemlich kräftig, fast gerade, First gebogen. Sie leben besonders von Samen. Brüten auf dem Boden. In Deutschland brüten die Feldlerche (*Alauda arvensis*), die Haidelerche (*A. arborea*) und die Haubenlerche (*A. cristata*); beide erstere sind Zugvögel, die letzte Standvogel. Die bunte Alpenlerche (*Otocoris alpestris*) brütet im hohen Norden, kommt aber im Winter zuweilen nach Deutschland. — Mit den Lerchen verwandt ist der Wiede-

hopf (*Upupa epops*) mit langem dünnem, gebogenem Schnabel, einer ähnlichen Hinterkralle wie die Lerchen; am Kopfe ein aufrichtbarer Federbusch. Insektenfresser, Zugvogel. In Deutschland.

7. Die Leierschwänze (*Menura*) sind hühnerähnliche Vögel mit kurzem, geradem Schnabel, welche sich besonders durch den eigenthümlichen langen aufrechten Schwanz des Männchens auszeichnen; die innerste und die äusserste Steuerfeder ist an der Spitze nach aussen gebogen, die übrigen besitzen lauter unverbundene Strahlen. Neuholland.

9. Ordnung. **Schreivögel** (*Clamatores*).

Unterscheiden sich dadurch von den Singvögeln, dass die Hinterzehe und namentlich die Hinterkralle weniger kräftig ist und dass die Hinterzehe nicht für sich bewegt werden kann. Keine Singmuskeln.

1. Die Blaurake (*Coracias garrula*). Schnabel mittellang, vorn zusammengedrückt, an der Wurzel breit, an der Spitze sanft gebogen. Prächtiger, blaugrün gefärbter Vogel von etwas über Drosselgrösse. Stellenweise in Deutschland, nistet in Baumhöhlen, Insektenfresser, Zugvogel.

2. Die Segler (*Cypselidae*). Der Mund sehr gross, die Mundspalte setzt sich unterhalb des Auges nach hinten fort; Schnabel kurz, schwach, am Grunde breit und abgeplattet; ungemein lange Flügel; sehr kleine Füsse. Schwalbenähnliche Vögel, Insektenfresser. In Deutschland lebt der Mauersegler (*Cypselus apus*), dessen Hinterzehe nach vorn gedreht ist; das schüsselförmige Nest findet sich in Mauerlöchern etc. und wird aus Strohhalmen, Federn etc. gebaut, welche von dem leimartigen Speichel zusammengehalten werden. Der Mauersegler wird in den Alpen und in den Mittelmeerländern durch den sehr ähnlichen, etwas grösseren, weissbäuchigen Alpensegler (*Cypselus melba*) vertreten. Die Salanganen (*Collocalia*), mit normaler Fussform, sonst aber den vorigen Arten ähnlich, in Ostindien, bauen ihr Nest ausschliesslich aus Speichel (essbare Vogelnester). — Zu einer verwandten Familie gehört die Nachtschwalbe oder der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), welcher grösser ist, mit bräunlichen, eulenartigen Farben; Federborsten an der Schnabelwurzel; Nachtthier, legt seine Eier an den Boden ohne Unterlage; in Deutschland.

3. Die Kolibris oder Schwirrvögel (*Trochilidae*). Schnabel lang, dünn, röhrenförmig; Zunge tief gespalten, kann weit aus dem Munde hervorgestreckt werden. Flügel lang, Füsse kurz. Prächtige Farben, besonders beim Männchen, ausserdem oft eigenthümliche Ausbildung gewisser Federn. Insektenfresser. Zu dieser Familie, welche nur in den wärmeren Theilen Amerikas vertreten ist, gehören die kleinsten aller Vögel.

4. Die Eisvögel (*Alcedinidae*) haben einen geraden, kräftigen, kantigen Schnabel, die äussere und mittlere Vorderzehe bis zum zweiten Gelenk, die mittlere und innere Vorderzehe bis zum ersten Gelenk mit einander verwachsen. Bunt gefärbt; meistens in wärmeren Ländern zu Hause. In Deutschland der langschnäblige Königsfischer (*Alcedo ispida*), welcher von Fischen lebt und den Brutanstalten oft sehr schädlich ist. — Dieselbe Fussform besitzt auch der Bienenfresser (*Merops apiaster*) mit langem, sehr spitzem, schwach gebogenem Schnabel; in Südeuropa und den Donauländern, verfliegt sich selten nach Deutsch-

land. — Auch bei den Nashornvögeln (*Bucerotidae*) sind die Vorderzehen an der Wurzel verbunden; ausserdem zeichnen sie sich durch ihren sehr langen, dicken, etwas gebogenen Schnabel aus, welcher an der Wurzel meistens einen grösseren Aufsatz trägt. Afrika und Ostindien.

5. Die Tauben (*Columbidae*) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass der ziemlich kurze Schnabel nur an der Spitze eine feste Hornbekleidung besitzt, an der Wurzel dagegen weich ist. Die Ringeltaube (*Columba palumbus*), die Hohltaube (*C. oenas*), welche in hohlen Bäumen nistet, und die Turteltaube (*Turtur auritus*)[1]) leben in Deutschland. Die Felsentaube (*C. livia*) an Küsten des Mittelmeeres, bei England etc., ist die Stammform der in zahlreiche Rassen gespaltenen zahmen Taube. Die Wandertaube (*C. migratoria*) in Nordamerika, durchwandert der Nahrung halber in ungeheuren Schaaren weite Strecken. Zahlreiche andere Taubenformen in verschiedenen Welttheilen. — Eine abweichende Form ist die Zahntaube (*Didunculus strigirostris*) auf den Samoa-Inseln; sie zeichnet sich durch ihren kurzen, starken, an der Spitze hakig gebogenen Schnabel aus; an jedem Rand des Unterschnabels zwei Zähne. — Die ausgerottete Dronte (*Didus ineptus*) war eine schwanengrosse, sehr plumpe, mit kräftigen Beinen und starkem Schnabel versehene Taube, welche wegen der sehr geringen Grösse der Flügel nicht fliegen konnte (Kamm des Brustbeins fehlt); auch der Schwanz war sehr rückgebildet. Sie lebte auf Isle de France (Mauritius), wurde am Schluss des 17. Jahrhunderts ausgerottet.

10. Ordnung. **Klettervögel** (*Scansores*).

Unterscheiden sich dadurch von den Schreivögeln, dass die äussere Vorderzehe (Zehe Nr. 4) nach hinten gewendet ist, so dass sie zwei Vorder- und zwei Hinterzehen besitzen.

1. Die Kukuke (*Cuculidae*) haben einen mittellangen, etwas gebogenen Schnabel; die äussere Hinterzehe (Zehe Nr. 4) kann nach der Seite gewendet werden. Hierzu gehört der gemeine Kukuk (*Cuculus canorus*), welcher seine Eier in die Nester anderer Vögel (Singvögel) legt, um sie von diesen ausbrüten zu lassen; Insektenfresser, Zugvogel.

2. Die Spechte (*Picidae*) haben einen sehr kräftigen, geraden, kantigen, an der Spitze zusammengedrückten, keilförmigen Schnabel; die Zunge, welche sehr weit aus dem Munde hervorgestreckt werden kann, ist an den Seitenrändern mit feinen, nach hinten gerichteten Widerhäkchen versehen; die Schwanzfedern sehr steif (Stützschwanz). Waldvögel, welche sich von holzbohrenden Larven und anderen Insekten, dabei aber auch von Samen ernähren; brüten in selbstgemeisselten Baumhöhlen; Stand- oder Strichvögel. In Deutschland leben: Der Schwarzspecht (*Picus martius*), der Grünspecht (*P. viridis*), der Grauspecht (*P. canus*); die Buntspechte: der grosse (*P. major*), der weissrückige (*P. leuconotus*), der mittlere (*P. medius*) und der kleine Buntspecht (*P. minor*). Der dreizehige Specht (*P. tridactylus*), dem die innere Hinterzehe (Daumen) abgeht, gehört dem Norden und den Alpen an, verirrt sich bisweilen nach Deutschland. — Mit den Spechten verwandt

---

1) Die vielfach zahm gehaltene Lachtaube (*T. risorius*) lebt wild in Asien und Afrika.

ist der Wendehals (*Iynx torquilla*), mit kegelförmigem, nicht keilförmigem Schnabel; die Schwanzfedern sind zu weich, als dass der Schwanz als Stütze dienen könnte; Zugvogel, in Deutschland.

3. Die Papageien (*Psittacidae*) haben einen ungemein kurzen, dicken, stark gebogenen Oberschnabel und einen kurzen, abgestutzten Unterschnabel; Oberschnabel sehr beweglich; Zunge dick und weich. Tropische Vögel mit lebhaften Farben (grün, roth etc.), Pflanzenfresser. Sie werden in mehrere Gruppen getheilt: 1) Kakadu's (*Plictolophinae*) in Asien und Australien, mit aufrichtbarem Federschopf (oft hellfarbige Vögel); 2) Sittiche (*Sittacinae*) mit langem Schwanz; 3) typische Papageien (*Psittacinae*) mit kurzem Schwanz und ohne Federschopf; 4) Lori's (*Trichoglossinae*), in Australien, mit zahlreichen langen, fadenförmigen, hornigen Papillen an der Zungenspitze (Pinselzunge); 5) Eulenpapageien, mit nur einer Gattung, dem neuseeländischen *Stringops* (*habroptilus*), Nachtvögeln mit weichem, dunkelm (grünlichem) Gefieder, welche bei Tage sich in Erdhöhlen aufhalten, auch ebendaselbst nisten; sie fliegen nicht oder sehr wenig (Brustbeinkamm verkümmert), bewegen sich meistens auf dem Boden.

4. Die Tukane oder Pfefferfresser (*Rhamphastidae*) haben einen sehr grossen, dicken, etwas gebogenen, am Rande oft gekerbten Schnabel, welcher fast von der Länge des Rumpfes ist; die Zunge ein schmales, horniges, am Rande zerfasertes Band. Vögel von mittlerer Grösse, mit prachtvollen Farben, Südamerika.

6. Classe. **Säugethiere** (*Mammalia*).

In Bezug auf die äussere Form des Körpers zeichnen sich die Säugethiere gewöhnlich dadurch aus, dass sie einen wohlentwickelten Hals (übrigens von sehr verschiedener Länge) besitzen, ferner dadurch, dass der Schwanz zu einem dünnen, längeren oder kürzeren Anhang rückgebildet ist, welcher für das Thier nur von untergeordneterer Bedeutung ist und namentlich nicht im Dienste der Bewegung steht, während dagegen die als Bewegungsorgane fungirenden Gliedmaassen stark entwickelt sind, so dass der Rumpf mehr oder minder hoch über dem Erdboden getragen wird; der Ellbogen ist nach hinten, das Knie nach vorn, die Finger- und Zehenspitzen nach vorn gerichtet; oft ruht das Thier nicht auf dem ganzen Fuss, sondern nur auf den Zehen oder sogar nur auf den Spitzen derselben, während der übrige Theil in die Höhe gerichtet ist und somit zur Verlängerung der Gliedmaasse beiträgt [1]). Innerhalb der Classe finden wir übrigens, neben dem Gangtypus als der gewöhnlichen Form, verschiedene andere Typen entwickelt: springende, fliegende, schwimmende Formen etc. (vergl. die Reptilien). Indem so der Körper einer abweichenden Lebensweise angepasst ist, kann auch die äussere Gestalt zuweilen von der gewöhnlichen sehr abweichen, was namentlich bei gewissen schwimmenden Säugethieren (den Walen) sehr augenfällig wird; bei diesen wird der Hals auf ein Minimum rückgebildet, die Gliedmaassen treten sehr zurück, während der Schwanz eine enorme Entwicklung erlangt, so dass die äussere Gestalt des Thieres in höchstem Grade fischähnlich wird.

1) Bei den besten Läufern sind die Gliedmaassen am meisten verlängert und die Fläche, welche die Erde berührt, am kleinsten (Hufthiere).

Die Haut besteht aus den gewöhnlichen Schichten (Lederhaut, Oberhaut mit Schleim- und Hornschicht); an der Oberfläche der Lederhaut finden sich kürzere oder längere Papillen, welche sich in die Schleimschicht hinein erstrecken. Pigment kann theils in der Oberhaut (sowohl in der Schleim- als in der Hornschicht), theils in der Lederhaut vorhanden sein. — Die Hornschicht wird nicht auf einmal abgeworfen, sondern löst sich in kleinsten Stückchen (als Staub) ab.

Der grösste Theil der Haut ist bei den Säugethieren im Allgemeinen mit Haaren bekleidet, welche einen der charakteristischsten Bestandtheile ihres Körpers ausmachen und nur bei sehr wenigen Formen ganz fehlen. Die Haare, welche ausschliesslich aus verhornten Zellen bestehen, stecken jedes in einer tiefen Einstülpung der Haut, dem Haarbalg. Im Grunde jedes Haarbalges findet sich ein kleiner gefässreicher Lederhautzapfen, die Haarpapille, welche mit einer Fortsetzung der Schleimschicht der Oberhaut bekleidet ist; oberhalb dieser sitzt dann wieder das untere Ende des Haares, und letzteres wächst dadurch, dass die oberflächlichen Zellen der Schleimschicht der Papillen verhornen und zu Theilen des Haares werden. Die übrige Wand des Haarbalges wird von Fortsetzungen der Schleim- und Hornschicht der allgemeinen Oberhaut ausgekleidet: äussere und innere Wurzelscheide; letztere geht unten in das Haar, erstere in die Schleimschicht der Papille über. Die Haare sind somit eigentlich nichts Anderes als scharf begrenzte, enorm entwickelte Partien der Hornschicht der Oberhaut. In vielen dickeren Haaren findet man ein inneres, aus lockreren Zellen zusammengesetztes (oft lufthaltiges) Mark, welches von der festeren Rinde umgeben ist; zu äusserst findet sich eine Schicht dünner, plattenförmiger Zellen, das Oberhäutchen des Haares; manche, besonders dünnere, Haare bestehen aber nur aus Rinde und Oberhäutchen. — Bei manchen Säugethieren kann man zwei Arten von Haaren unterscheiden, Grannenhaare und Wollhaare, letztere feiner und von den anderen überdeckt. Eigenthümliche lange, kräftige, steife, regelmässig angeordnete Haare sind die sogenannten Tast- oder Spürhaare (*Vibrissae*), welche bei manchen Säugethieren an gewissen Stellen des Kopfes, besonders an der Oberlippe, eingepflanzt sind; ihre Bälge sind dadurch ausgezeichnet, dass sie von einem blutgefüllten Behälter umgeben sind, welcher mit den Gefässen in Verbindung steht. Längs des Randes der Augenlider finden sich oft andere eigenthümliche steife Haare, die Augenwimpern. Bei einzelnen Säugethieren erreicht ein Theil der Haare eine

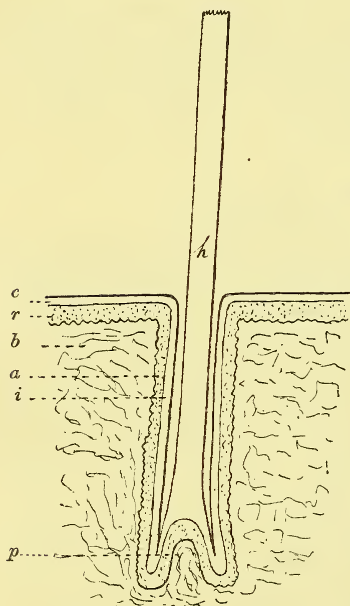


Fig. 379. Längsschnitt eines Haares und des zugehörigen Haarbalges, Schema. *a* äussere Wurzelscheide, *b* Bindegewebe, *c* Hornschicht der Oberhaut, *h* Haar, *i* innere Wurzelscheide, *r* Schleimhaut der Oberhaut, *p* Haarpapille. — Orig.

enorme Entwicklung; die Stacheln des Igels, des Stachelschweines und anderer sind stark entwickelte Haare. Die Haare, welche grösstentheils der Haut schief eingepflanzt sind, sitzen in regelmässiger Anordnung, meistens in kleinen Gruppen oder Büscheln. — Am Grunde des Haarbalges heften sich an denselben glatte Muskelbündel, welche in der Lederhaut entspringen; durch ihre Contractionen richtet sich das schräg liegende Haar mehr auf. Auch Nerven gehen an die Haare (richtiger: an das untere Ende der Haarbälge), namentlich an die oben genannten Spürhaare, welche wichtige Tastwerkzeuge sind.

Ebenso wie die Federn der Vögel werden auch die Haare in gewissen Zwischenräumen abgeworfen und durch neue ersetzt: es löst sich das Haar von der Papille, und vom Grunde des Haarbalges bildet sich ein neues Haar. Bei einigen Säugethieren (dem Menschen, Affen) findet der Haarwechsel, die Haarung, das ganze Jahr hindurch allmählich statt, bald wird ein, bald ein anderes Haar abgestossen und durch ein neues ersetzt. Bei anderen ist aber der Haarwechsel für jedes Jahr überwiegend auf einen kürzeren Zeitraum concentrirt: es findet alljährlich, und zwar bei den nordischen Säugethieren im Frühling, eine sich über den ganzen Körper erstreckende Haarung[1]) statt, wobei sowohl Grannen- als Wollhaare abgeworfen werden. Gleichzeitig treten neue Grannenhaare auf, auch die Spitzen der Wollhaare sprossen hervor, während die vollständige Entwicklung der letzteren erst später im Jahre erfolgt. Bei einigen, welche im Sommer dunkel, im Winter weiss gefärbt sind, findet eine Umfärbung[2]) des Sommerkleides im Spätherbst statt, so z. B. beim Schneehasen. — Bei anderen Säugethieren, deren Sommer- und Winterpelz verschieden sind, vollzieht sich aber auch im Herbst ein Haarwechsel, z. B. bei den Hirschen.

Bei einer nicht ganz geringen Anzahl von Säugethieren finden sich an grösseren oder kleineren Partien des Körpers ähnliche Schuppen oder Platten wie bei den Reptilien (Schuppenthier, Gürtelthier, Schwanz der Mäuse). Zuweilen, z. B. beim Gürtelthier, enthält die Lederhautpartie jeder Schuppe oder Platte eine Verknöcherung; übrigens finden wir aber auch unabhängig hiervon bei einzelnen Säugethieren grössere oder kleinere Verknöcherungen in der Lederhaut.

Mit der Haut sind zahlreiche, gewöhnlich fast über die ganze Oberfläche verbreitete kleine Drüsen verbunden, von denen man zwei Hauptformen unterscheidet: Talgdrüsen und Schweissdrüsen. Die Talgdrüsen sind kleine, traubige Drüsen, welche fast immer in die Haarbälge, selten frei an der Oberfläche des Körpers, ausmünden, weshalb sie in der Regel an den haarlosen Stellen fehlen; sie sondern eine fettartige Masse ab. Die Schweissdrüsen sind einfache, schlauchförmige Drüsen, deren unterer Theil, welcher in der Regel in dem lockeren Gebiete unterhalb der Haut liegt, meistens zu einem Knäuel aufgewickelt ist. Auch die Schweissdrüsen münden sehr häufig in die Haarbälge, doch näher an deren Oeffnung als die Talgdrüsen; manche münden ganz selbständig, z. B. in grosser Anzahl an gewissen unbehaarten Partien der Körperoberfläche. Ebenso wie die Talgdrüsen

1) Daneben kann bei solchen auch ein Wechsel einzelner Haare zu anderen Zeiten stattfinden.
2) Vergl. das über die Verfärbung der Federn S. 472 Gesagte.

sind sie an verschiedenen Theilen der Haut in verschiedener Zahl und Grösse vorhanden. Die meisten Schweissdrüsen sondern die unter dem Namen Schweiss bekannte Flüssigkeit ab; an einigen Hautstellen hat aber ihr Secret eine andere, mehr fettartige Beschaffenheit (die Ohrschmalzdrüsen sind solche eigenthümliche Schweissdrüsen).

Die bei den Säugethieren allgemein vorhandenen Milchdrüsen sind Gruppen eigenthümlich umgebildeter Schweissdrüsen. In ihrer ursprünglichsten Form kommen sie bei den Kloakenthieren vor. Bei diesen findet man an jeder Seite des Bauches eine kleine, niedrige, behaarte Hauteinsenkung, in die eine Anzahl sehr grosse, verzweigte Schweissdrüsen münden, welche die Milch absondern. Bei den übrigen Säugethieren münden die milchabsondernden Drüsen stets an der Spitze mehr oder weniger hervortretender Warzen, Zitzen; meist finden sich an jeder Zitze mehrere Drüsenöffnungen (etwa 20 beim Menschen, 5—8 beim Hunde, 2 beim Pferd), selten nur eine (Wiederkäuer); in der Regel finden sich zwei Längsreihen von Zitzen an der Unterseite des Rumpfes, jede Reihe mit einer ziemlich verschiedenen Anzahl von Zitzen (1—7; die Anzahl ist am grössten bei denjenigen Thieren, welche viele Junge auf einmal gebären). Die Milchdrüsen sind von ansehnlicher Grösse und stark verzweigt; die Endäste sind bläschenförmig erweitert, weshalb die Drüsen früher als umgebildete Talgdrüsen aufgefasst wurden; der Vergleich mit den Milchdrüsen der Kloakenthiere zeigt aber, dass wir es in der That mit umgebildeten Schweissdrüsen zu thun haben: die Milchdrüsen der Kloakenthiere sind nämlich ganz zweifellos Schweissdrüsen. Während der Trächtigkeit nehmen die Milchdrüsen an Umfang und Ausbildung zu, und nach der Geburt der Jungen sondern sie eine Zeit lang die Milch ab, eine wässerige Flüssigkeit, in der zahlreiche Fetttröpfchen suspendirt sind (letztere sind es, welche der Milch die weisse Farbe geben); nach Beendigung des Säugens bildet sich die Drüse zum grossen Theil wieder zurück. — Die Milchdrüsen der Säugethiere kommen in rudimentärer Form meistens auch beim Männchen vor.

Mehr vereinzelt, aber doch ziemlich häufig, kommt sonst bei Säugethieren eine stärkere Ausbildung einzelner Hautdrüsen oder Gruppen von solchen vor. In der Regel sind es dann sackförmige, eingestülpte, behaarte Hautpartien, deren Drüsen besonders ausgebildet sind; hierher gehören die Klauensäcke des Schafes und anderer Wiederkäuer, die sogen. Thränengruben vor dem Auge des Edelhirsches, die Aftersäcke, welche sich bei dem Hund und anderen Raubthieren an der Seite des Afters öffnen, der Moschusbeutel beim Moschusthier u. a. In anderen Fällen münden die stark ausgebildeten Hautdrüsen frei an der Oberfläche: am Rücken des Nabelschweines mündet eine sehr grosse Hautdrüse, an der Seite gewisser Spitzmäuse findet man eine Hautstelle mit zahlreichen, besonders ausgebildeten Hautdrüsen etc.

An der Unterseite der Füsse findet sich bei den Säugethieren gewöhnlich eine unbehaarte, elastische Hautpartie, welche von einer dicken, aber weichen Hornschicht bedeckt und mit zahlreichen Schweissdrüsen versehen ist: der Sohlenballen. In einigen Fällen erstreckt sich dieser über die ganze Unterseite des Fusses, in anderen ist er auf einige Stellen derselben (namentlich auf die Zehen) beschränkt.

Ebenso wie die Reptilien und Vögel besitzen auch die Säugethiere

an den Zehenspitzen eine dütenförmige Kralle, welche — was auch schon bei jenen der Fall ist — in eine festere dorsale (und seitliche) Krallenplatte und eine aus lockrerem Horn bestehende ventrale Krallensohle zerfällt; die Düte ist an der Basis schräg abgeschnitten und zwar derart, dass die Krallensohle kürzer ist als die

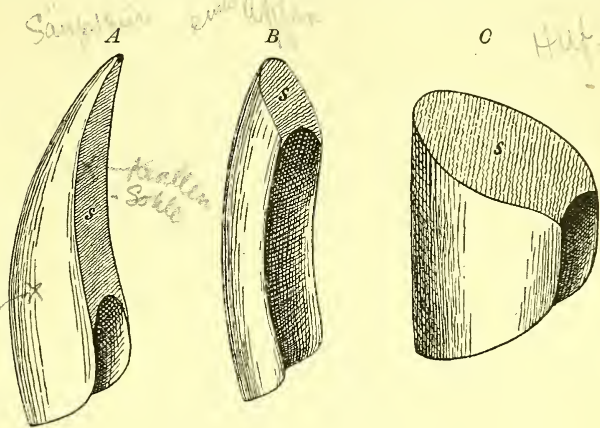


Fig. 380. *A* Kralle eines Säugethieres (von der unterliegenden Haut abgelöst), *B* Nagel eines Affen, *C* Huf. Schemata. *s* Krallensohle; das Uebrige Krallenplatte.

Krallenplatte; letztere stellt eine sowohl längs als quer gewölbte Hornplatte dar, während erstere abgeplattet oder unten concav ist. Die Krallenplatte ist in der Regel am Grunde von einer ansehnlichen Hautfalte, dem Krallenwall, bedeckt. — Die Nägel der Affen zeichnen sich dadurch vor den meisten Krallen aus, dass die Krallensohle sehr verkürzt ist und aus sehr weichem Horn besteht (letzteres

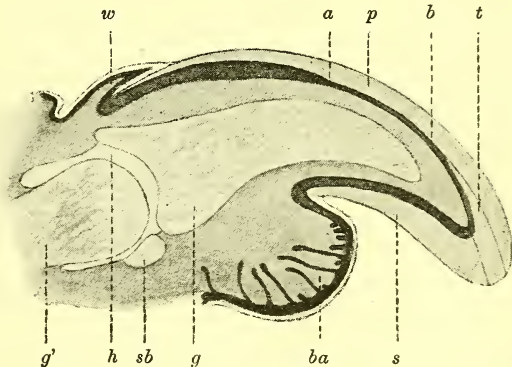


Fig. 381. Längsschnitt der Zehenspitze eines Säugethieres. Schleimschicht der Oberhaut dunkel gehalten. *a* und *b* siehe S. 512. *ba* Sohlenballen mit Schweissdrüsen, *g* Endglied der Zehe, *g'* nächst äusserstes Glied (nicht vollständig gezeichnet), *h* Gelenkhöhle, *p* und *t* Krallenplatte, *s* Krallensohle, *sb* Sesambein, *w* Krallenwall. — Orig.

kann auch bei manchen „echten" Krallen der Fall sein), und dass die Krallenplatte sowohl längs als quer weniger gewölbt ist; beim Menschen ist die Krallensohle sogar fast völlig verschwunden (ein winziger Ueberrest liegt unter dem Rand der Krallenplatte), und was man beim Menschen als Nagel bezeichnet, ist die Krallenplatte allein. — Die als Hufe und Klauen bezeichneten Modificationen der Kralle sind dadurch ausgezeichnet, dass sie kurz und am Ende stumpf sind, dass die sehr dicke Krallenplatte nur der Quere nach, dagegen nicht (oder sehr wenig) der Länge nach gebogen ist, dass die Krallensohle dick

und fest, und dass der Krallenwall sehr schwach entwickelt ist. Diese Eigenschaften der Hufe stehen in Beziehung zu ihrer Function, das Thier während des Ganges zu tragen, während bei den Krallenträgern nur die Sohlenballen diese Function besitzen und die Krallen beim Klettern, Graben etc. dienen (wobei unter Anderem eine solide Befestigung mittels eines starken Krallenwalles von besonderer Bedeutung erscheint.)

Bei den meisten Hufthieren (Ausn.: Tapir und Nashorn) besteht eine innigere Verbindung des Hufes mit der Hornschicht des Sohlenballens, welch letzterer bei diesen Thieren meistens sehr klein, auf den distalen Theil der Zehen beschränkt ist. Beim Pferd (Fig. 382 *D*) ist der Huf so zu sagen um den sehr kleinen Sohlenballen (den „Strahl“) zusammengebogen, so dass letzterer in einem hinteren Ausschnitt des Hufes seinen Platz hat; ein einigermaassen ähnliches Verhältniss findet man beim Schwein, dessen Sohlenballen sich jedoch weiter nach hinten als der

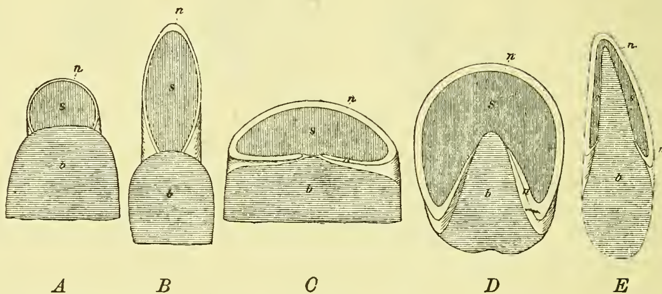


Fig. 382. Spitze der Zehe von unten gesehen: *A* eines Affen, *B* eines Krallenthieres, *C* des Nashorns, *D* des Pferdes, *E* des Elenthieres; schematisirt. *b* Sohlenballen, *n* Rand der Krallenplatte, *s* Sohlenhorn. — Orig.

des Pferdes erstreckt. Bei den Wiederkäuern (Fig. 382 *E*) hat sich das beim Schweine gefundene Verhältniss weiter entwickelt, indem der Sohlenballen sich weit nach vorn erstreckt und den grössten Theil der Hornsohle verdrängt hat; letzteres ist nur als ein schmaler Saum längs des unteren Randes der Hornwand vorhanden. Dazu kommt noch, dass der vorderste Theil des Sohlenballens bei manchen Wiederkäuern (Edelhirsch, Ochsen u. a.) eine grössere Festigkeit als sonst erreicht, einer Hornsohle ähnlich wird, während er bei anderen (z. B. beim Reh und Elenthier) seine gewöhnliche Weichheit bewahrt.

Bei den Krokodilen, Schildkröten und Vögeln findet das Wachsthum der Kralle in der Weise statt, dass von der ganzen Oberfläche der unterliegenden Schleimschicht neue dünne Hornschichten gebildet werden; dadurch wird die dütenförmige Kralle distalwärts geschoben (ganz ähnliche Verhältnisse wie beim Wachsthum der Wiederkäuer-Hörner, vergl. unten). Bei den Säugethieren (und den Sauriern) ist dagegen ein grosser Abschnitt (Fig. 381 *a*—*b*) der unter der Krallenplatte liegenden Schleimschicht steril, trägt nicht zur Verstärkung der Krallenplatte bei, welche am proximalen Theil der Schleimschicht (links von *a*) gebildet und über den sterilen Abschnitt geschoben wird; am Spitzentheil (rechts von *b*) findet dann wieder eine Bildung von Hornmasse (*t*) statt. Die Krallenplatte nimmt deshalb von der Basis bis *a* an Dicke zu, behält dann die gleiche Dicke bis *b*, um von hier ab wieder

an Dicke zuzunehmen (soweit die äussere Abnutzung nicht mehr wegnimmt)[1]). Die Krallensohle wird dagegen von der Basis an bis an das Ende immer dicker.

Das Horn des Rhinoceros ist eine enorme locale Verdickung der Hornschicht der Oberhaut; in die Hornmasse erstrecken sich die langen (natürlich mit der Schleimschicht bekleideten) Papillen der Lederhaut. — Die Hörner der Wiederkäuer haben einen ganz anderen Bau; ein Wiederkäuerhorn kann als eine kolossale, unbehaarte Hauterhöhung betrachtet werden, welche innerlich in ihrer grössten Ausdehnung verknöchert und an ihrer Oberfläche mit einer festen, verdickten Hornschicht bekleidet ist. Das Horn besteht somit innerlich aus einer Knochenmasse, dem Hornzapfen, welcher mit dem Stirnbein verwachsen ist; ausserhalb desselben findet sich eine Bindegewebsschicht und die Schleimschicht der Oberhaut, und zu äusserst die Hornlage, welche durch Ablagerung neuer Schichten von innen her an Dicke zunimmt und distalwärts geschoben wird; die Basalränder der einzelnen Hornschichten erscheinen an der Oberfläche als Ringe. — Die Geweihe der Hirsche sind ebenso wie die letztgenannten Hörner grosse, innerlich verknöcherte Hauterhöhungen. Sie unterscheiden sich jedoch dadurch, dass sie behaart und nicht von einer aussergewöhnlich verdickten Hornschicht bekleidet sind. Bei der Giraffe, deren Geweih nur eine geringe Grösse erreicht, bleiben die Weichtheile um den Knochenzapfen sitzen; bei den übrigen schrumpfen sie dagegen, wenn das Geweih fertig gebildet ist, auf dem grössten Theil der Oberfläche desselben ein und werden abgerieben („gefegt“), so dass die nackte Knochenmasse zum Vorschein kommt; nur die Basalpartie, der Rosenstock, bleibt immer mit Haut bedeckt. Die entblösste Knochenmasse, das eigentliche Geweih, löst sich alljährlich vom Rosenstock ab und wird abgeworfen; die angrenzenden Hauttheile wachsen dann über das entblösste Ende des Rosenstocks hin und es entwickelt sich an derselben Stelle eine neue Geweihstange, welche zuerst mit Haut bedeckt ist. Bei der Giraffe findet ein solches Abwerfen nicht statt.

Die Wirbelkörper sind gewöhnlich an beiden Enden abgeplattet, seltener hinten concav, vorn convex; sie sind mit einander durch dicke, aus fibrösem Bindegewebe bestehende Bandscheiben verbunden, welche in der Mitte einen sogenannten Gallertkern, einen Ueberrest der Chorda, enthalten. Die Wirbelsäule zerfällt in dieselben Abschnitte wie bei den Reptilien. Die Halswirbel sind bei den Säugethieren fast immer, mögen diese einen langen oder einen kurzen Hals besitzen, in der Siebenzahl vorhanden[2]). Die beiden vordersten Halswirbel sind wie bei den Reptilien als Atlas resp. Epistropheus entwickelt. Selbständige Halsrippen (an den 6 hinteren Wirbeln) besitzen nur die Kloakenthiere, und auch bei diesen sind sie bloss in der Jugend getrennt, später mit den Wirbeln verschmolzen; die hinteren sind nicht — wie bei den Reptilien und Vögeln — von grösserer Länge als die vorderen. Bei den übrigen Säugethieren sind

1) An der durchsichtigen Krallenplatte des Menschen entspricht der helle Basaltheil („Lunula“) der Partie bis *a* in Fig. 381; eine helle Linie in der Nähe des freien Nagelrandes entspricht der Stelle *b*.

2) Ausnahmen: Der Manatus (aus der Ordnung der Seekühe) hat nur 6, ebenso auch ein Faulthier (*Choloepus Hoffmanni*), während ein anderes derselben Gattung (*Ch. didactylus*) 7 hat und wieder andere Faulthiere (Gatt. *Bradypus*) 9 Halswirbel besitzen.

Halsrippen zwar auch vorhanden, es sind die als Querfortsätze der Halswirbel bezeichneten Gebilde, welche aber zu keiner Zeit von den Wirbeln getrennt sind, so dass nur der Vergleich sie als Halsrippen erkennen lässt. Die Brustwirbel sind gegen die Halswirbel schärfer als bei den Reptilien und Vögeln abgegrenzt, indem die erste bewegliche Rippe wohlentwickelt ist und sich an das Brustbein heftet. Die Lendenwirbel haben gewöhnlich ziemlich grosse Querfortsätze.

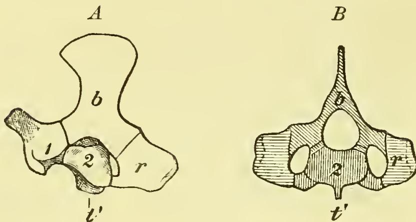


Fig. 383. *Epistropheus* eines jungen Schnabelthieres (*Ornithorhynchus*) von der linken Seite (*A*) und von hinten (*B*). *1* Körper des ersten Halswirbels, *2* do. des zweiten, *b* Bogen, *r* Rippe, *t'* unterer Dornfortsatz. In *B* sind Bogen, Körper und Rippen in verschiedener Weise schraffirt. — Orig.

Von Brust- und Lendenwirbeln sind gewöhnlich etwa 20 vorhanden (die Zahl kann jedoch bis auf 14 sinken und bis auf 30 steigen); die Anzahl der Brustwirbel beträgt gewöhnlich etwa 12—13, die Zahl kann aber bis auf mehr als 20 steigen. Von echten Sacralwirbeln, d. h. solchen, an welchen das Darmbein befestigt ist, finden sich wie bei den Reptilien im Allgemeinen nur zwei, welche beim ausgebildeten Thiere mit einander verwachsen sind. Mit diesen beiden vereinigen sich bei den meisten Säugethieren einer oder mehrere der vordersten Schwanzwirbel (unechte Sacralwirbel) zu dem unter dem Namen Kreuzbein (*Os sacrum*) bekannten, aus einer verschiedenen Anzahl verwachsener Wirbel bestehenden Knochen. Von Schwanzwirbeln ist eine sehr verschiedene Anzahl vorhanden; die vorderen sind gewöhnlich mit wohlentwickelten Querfortsätzen versehen und tragen oft an der Unterseite ähnliche V-förmige Knochen (untere Bogen) wie die mancher Reptilien; die hinteren Schwanzwirbel sind immer mehr oder weniger unvollkommen entwickelt, die hintersten am meisten (Bogen und Fortsätze rückgebildet).

Die Rippen bestehen im Allgemeinen aus einem oberen und einem unteren Stück, von welchen das letztere sich gewöhnlich lange Zeit, oft zeitlebens, knorpelig erhält und meistens überhaupt nur unvollständig verknöchert; bei den Kloakenthieren ist zwischen diesen beiden Abschnitten noch ein drittes Stück eingeschoben (vergl. die Krokodile). Von den Rippen heften sich im Allgemeinen die Mehrzahl, die vorderen, die sogenannten wahren Rippen, an das Brustbein, während die hinteren, die falschen R., mit ihrem unteren Theil sich an einander und an die hinterste wahre Rippe legen, oder ganz frei enden. Am oberen Ende der Rippe findet sich an der äusseren Seite in der Regel ein Höcker (fehlt häufig an den hintersten, weniger vollkommen ausgebildeten Rippen), welcher sich mit dem Querfortsatz des entsprechenden Brustwirbels verbindet, während das eigentliche obere Ende der Rippe, das Köpfchen, an einer Gelenkfläche eingelenkt ist, welche an der Grenze der Wirbelkörper desselben und des vorangehenden Wirbels liegt (an jedem befindet sich meistens ein Stück der Gelenkfläche, zuweilen liegt jedoch die ganze Gelenkfläche an dem hinteren). Die wahren Rippen — von welchen die vorderste meistens besonders kräftig ist — werden in der Regel nach

hinten zu immer länger, während die falschen immer kürzer werden — Das Brustbein, welches fast immer ziemlich lang und schmal ist, besteht zuerst aus einer Knorpelmasse, in welcher später eine Reihe Verknöcherungen erscheint; letztere bleiben in der Regel zeitlebens getrennt, so dass das ausgebildete Brustbein ein gegliedertes Aussehen erhält, seltener verschmelzen sie grösstentheils mit einander (wie beim Menschen). Das vorderste Glied, der Handgriff (*Manubrium*), ist gewöhnlich etwas breiter als die folgenden; an dasselbe setzt sich das vorderste Rippenpaar an, während die übrigen echten Rippen sich an die Grenze der Glieder heften. Das letzte Glied, der Schwertfortsatz (*Processus xiphoïdes*), mit welchem sich keine Rippen verbinden, endet meistens mit einer breiteren, knorpeligen Platte. Nur bei den Kloakenthieren findet sich am vorderen Ende des Brustbeins ein Vorderbrustbein (*Episternum*), demjenigen der Reptilien entsprechend, wie bei manchen Sauriern ein grosser T-förmiger Knochen; er fehlt bei den übrigen Säugethieren.

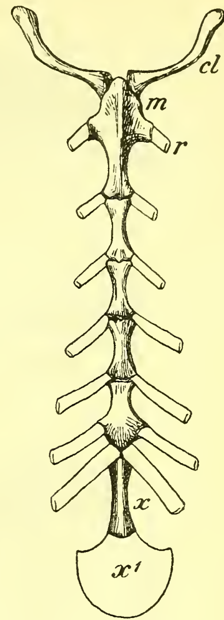


Fig. 384. Brustbein und Schlüsselbein vom Känguruh. *cl* Schlüsselbein, *m* Handgriff, *r* Rippen (abgeschnitten), *x* Schwertfortsatz, x^1 dessen knorpelige Endplatte. — Orig.

Das Kopfskelet enthält beim erwachsenen Thiere nur spärliche Knorpeltheile, besteht überwiegend aus Knochen. Mit dem Schädel sind nicht allein das kleine Zwischen- und das grosse Oberkieferbein, sondern auch die dem obersten Abschnitt des Kieferbogens angehörigen Knochen unbeweglich verbunden. Von den letztgenannten Knochen sind übrigens nur das Gaumenbein, welches sich vorn dem Oberkieferbein anschliesst, und das meist ziemlich kleine Flügelbein entwickelt, während das Quadratbein fehlt (wenigstens in seiner gewöhnlichen Form; vergl. unten beim Ohr); der Unterkiefer, welcher jederseits nur aus einem Knochen besteht, ist dem Schädel direkt eingelenkt. Die beiden Unterkiefer sind vorn entweder durch Bindegewebe verbunden oder (beim ausgebildeten Thiere) mit einander verwachsen (Pferd, Mensch u. a.) Es finden sich zwei Hinterhaupts-Gelenkhöcker statt nur eines bei Reptilien und Vögeln. Zwischen den Augenhöhlen ist keine solche plattenförmige, zusammengedrückte Partie wie bei manchen Reptilien etc. vorhanden, die Schädelhöhle erstreckt sich vorn bis an die Nasenhöhlen. Letztere sind gewöhnlich sehr stark entwickelt; sie sind von einander durch eine ursprünglich ganz knorpelige, später theilweise durch Knochen ersetzte Platte getrennt, welche von der Vorderwand der Schädelhöhle entspringt und sich nach vorn erstreckt; auch seitlich und oben sind die Nasenhöhlen zuerst von knorpeligen Theilen — der vordersten Partie des knorpeligen Schädels — umgeben, welche aber später verknöchern oder von Deckknochen überlagert werden und dann unter diesen schwinden; diejenigen Knorpelpartien, welche die den äusseren Nasenlöchern am nächsten liegenden Abschnitte der Nasenhöhlen umgeben (die knorpelige Nase), bleiben jedoch zeit-

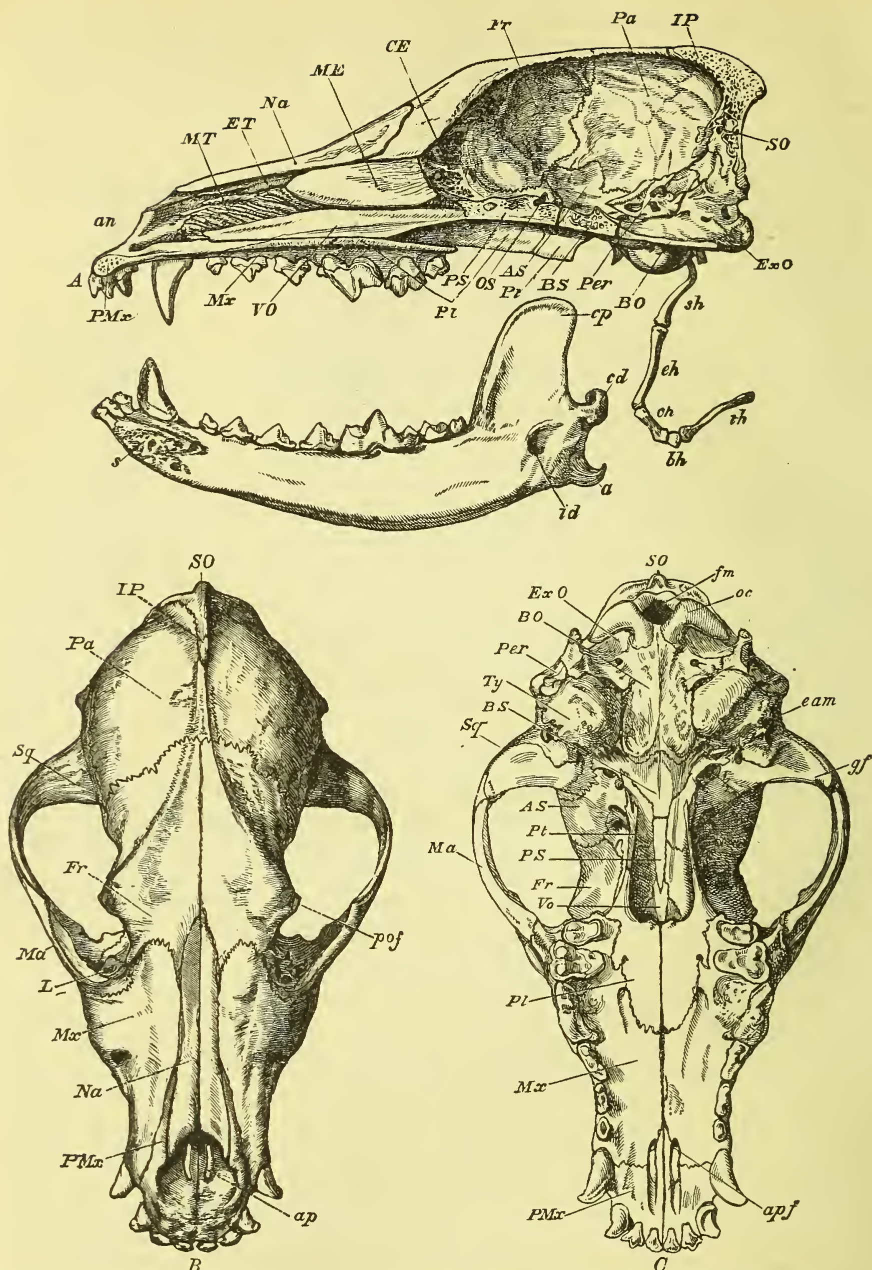


Fig. 385. Schädel eines Hundes. *A* der Länge nach durchsägt, *B* von oben, *C* von unten. Die knorpeligen Theile sind entfernt. *AS* seitliche Theile (Flügel) des hinteren Keilbeines, *BO* unteres Hinterhauptsbein, *BS* hinteres Keilbein, *CE* Siebbein, *ET* eines der vom Siebbein entspringenden Knochenblättchen, *ExO* äusseres Hinterhauptbein, *Fr* Stirnbein, *IP* Zwischenscheitelbein, *L* Thränenbein, *Ma* Jochbein, *ME* knöcherner Theil der Nasenscheidenwand (hängt hinten mit dem Siebbein zusammen), *Mt* untere Muschel, *Mx* Oberkieferbein, *Na* Nasenbein, *OS* seitliche Theile (Flügel) des vorderen Keilbeines, *Pa* Scheitelbein, *Per* Felsenbein, *Pl* Gaumenbein, *PMx* Zwischenkieferbein, *PS* vorderes Keilbein, *Pt* Flügelbein, *SO* oberes Hinterhauptsbein, *Sq* Schuppenbein, *Ty* Paukenbein, *Vo* Pflugscharbein, *ch*, *eh*, *sh*

lebens bestehen. Beim ausgebildeten Thier sind die Nasenhöhlen somit von verschiedenen Knochen umgeben: seitlich besonders vom Oberkieferbein, oben besonders von den stark entwickelten plattenförmigen, in der Mittellinie zusammenstossenden Nasenbeinen, unten vom Gaumendach (hartem Gaumen), welches von wagerechten, in der Mittellinie zusammenstossenden Theilen der Zwischenkiefer-, Oberkiefer- und Gaumenbeine gebildet wird [1]). Hinten ist in der ursprünglich knorpeligen Querscheidewand zwischen Schädelhöhle und Nasenhöhlen ein von vielen feinen Oeffnungen (für die Geruchsnerven) durchbohrter Knochen, das Siebbein, vorhanden, von dessen Vorderseite dünne gefaltete Knochenblättchen entspringen, welche (von einer dünnen Haut überkleidet) weit in die Nasenhöhlen hineinragen. Weiter vorn in der Nasenhöhle ist an der äusseren Wand ein besonderer, aus einer grösseren oder kleineren Anzahl feiner Knochenblättchen zusammengesetzter Knochen, die untere Muschel, angebracht, welche mit den genannten Blättchen des Siebbeins zusammen den grössten Theil der Nasenhöhle ausfüllt. Mit der Nasenhöhle stehen bei den Säugethieren grössere oder kleinere Lufthöhlen (Fig. 386)

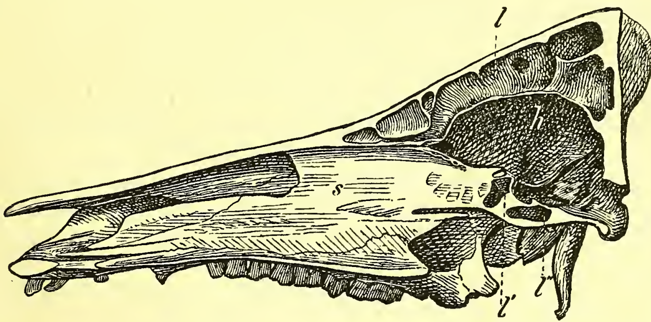


Fig. 386. Schädel eines alten Schweines der Länge nach durchsägt, um die grossen Lufthöhlen zu zeigen. *h* Schädelhöhle, *l*, *l'* *l''* Lufthöhlen, z. Th. (*l'* die Stirnhöhle) von Knochenplättchen durchsetzt; *s* knöcherne Nasenscheidewand. — Nach Bendz.

in gewissen Knochen des Kopfes in Verbindung, namentlich im Oberkieferbein (Kieferhöhle) und im Stirnbein (Stirnhöhle); zuweilen (beim Ochsen, Elephanten etc.) haben diese Höhlen einen bedeutenden Umfang, erstrecken sich dann auch in andere Knochen als die genannten hinein, werden durch unvollständige Scheidewände in mehrere oder viele kleine Räume getheilt. Von anderen für das Kopfskelet charakteristischen Verhältnissen mag hervorgehoben werden, dass an jeder Seite von der Stelle, wo der Unterkiefer eingelenkt ist, eine

1) Vorn an der Grenze der Zwischen- und der Oberkieferbeine ist das Gaumendach von zwei Oeffnungen (*Canales incisivi*) durchbrochen, durch welche die S. 361, Anm., erwähnten Stensen'schen Gänge hindurch treten.

Glieder des vorderen Zungenbeinhorns, *bh* Körper des Zungenbeins, *th* hinteres Horn, *an* äusseres Nasenloch, *ap* und *apf* *Canalis incisivus*, *cd* Gelenkfläche des Unterkiefers, *eam* Ohrenöffnung, *fm* Hinterhauptsloch, *gf* Gelenkfläche am Schädel für den Unterkiefer, *oc* Hinterhaupts-Gelenkhöcker, *s* die Stelle, wo die Unterkieferhälfte sich mit derjenigen der anderen Seite verbindet. — Nach Flower.

knöcherne Brücke, der Jochbogen[1]), zum Oberkieferbein hin verläuft; derselbe ist von einem Fortsatz des Schuppenbeins (vergl. unten), vom Jochbein und zuweilen von einem Fortsatz des Oberkieferbeins gebildet (vergl. die ähnliche Knochenbrücke der Reptilien und Vögel, welche von Quadratjochbein und Jochbein gebildet ist). — Das Zungenbein besteht aus einem unpaarigen Körper und zwei Hörnern an jeder Seite. Das vordere Horn, welches dem Zungenbeinbogen der Fische entspricht, ist gewöhnlich das längere und aus drei beweglichen Gliedern zusammengesetzt; es ist mit seinem oberen Ende am Schädel (Felsenbein) festgeheftet. Das hintere Horn, welches dem 1. Kiemenbogen entspricht, ist kurz und ungegliedert.

Das Hinterhauptsloch ist von vier Knochen umgeben: dem oberen, dem unteren und den beiden seitlichen Hinterhauptsbeinen, von denen die seitlichen die Gelenkhöcker tragen, welche sich jedoch auch auf das untere Hinterhauptsbein hinab erstrecken können. Vor letzterem liegt das hintere Keilbein (*Basisphenoïdeum*), vor diesem wieder das vordere Keilbein (*Praesphenoïdeum*), beide in der nach unten gekehrten Partie des knorpeligen Schädels entwickelt und beide mit flügelförmigen Seitentheilen versehen, welche an der Begrenzung der Schädelhöhle theilnehmen; vor dem vorderen Keilbein liegt das vorhin erwähnte Siebbein. Vor dem seitlichen Hinterhauptsbein liegt der Knochen, in welchem das innere Ohr seinen Platz hat, das Felsenbein; an dieses schliesst sich aussen das Schuppenbein, von welchem der Jochbogen entspringt; ferner liegt demselben ein ringförmiger Knochen an, in welchem das Trommelfell ausgespannt ist, das Paukenbein (*Tympanicum*); bei manchen Säugethieren verschmelzen diese drei Knochen frühzeitig mit einander und werden mit dem gemeinsamen Namen Schläfenbein (*Temporale*) bezeichnet. Oberhalb des oberen Hinterhauptsbeins findet sich ein einfacher oder paariger Knochen, das Zwischenscheitelbein (*Interparietale*), welches bei manchen Säugethieren (z. B. beim Menschen) schon im embryonalen Leben mit dem oberen Hinterhauptsbein verschmilzt. Vor dem Zwischenscheitelbein liegen die beiden, meistens grossen, Scheitelbeine, vor diesen die Stirnbeine; letzteren ist, am Vorderrand der Augenhöhle, jederseits das Thränenbein (*Lacrymale*) angelagert, durch welches der Thränenkanal verläuft. Der hinterste Theil der Nasenscheidewand verknöchert und wird zu einer senkrechten, hinten mit dem Siebbein zusammenhängenden Knochenplatte, der *Lamina perpendicularis* des Siebbeins, während der vordere Theil knorpelig bleibt; der untere Theil der Nasenscheidewand wird von einem unpaarigen, rinnenförmigen, zusammengedrückten Knochen, dem Pflugscharbein (*Vomer*; entspricht schwerlich den gleichnamigen Knochen der niederen Wirbelthiere), gebildet. — Von den im Kopfskelet der Reptilien vorhandenen Knochen fehlen ausser dem Quadratbein noch das Vorder- und das Hinterstirnbein, das Quadratjochbein, das Querbein und das Säulenbein. — Im Allgemeinen sind die Knochen des Säugethierschädels nur bei den Jungen gesondert, verschmelzen später alle oder zum grossen Theil mit einander.

Die ungemein verschiedene äussere Form, welche der Schädel der Säugethiere darbietet, ist wesentlich durch die verschiedenartige Ent-

---

1) Bei nicht wenigen Säugethieren findet sich ungefähr in der Mitte des Jochbogens ein Fortsatz, welcher mit einem ähnlichen vom Stirnbein zusammentrifft und mit diesem eine Knochenbrücke hinter dem Auge bildet.

wicklung der an und in demselben angebrachten Organe bedingt. Von grosser Bedeutung ist in dieser Beziehung das Gehirn; durch eine starke Entwicklung des Gehirns im Verhältniss zu den übrigen dem Kopf angehörigen Organen wird der hintere Theil des Kopfskelets im Vergleich mit dem vorderen Abschnitt (der Gesichtspartie) überwiegend ausgebildet, wie solches z. B. beim Menschen der Fall ist. Auch die verschiedenartige Ausbildung der Zähne hat einen hervorragenden Einfluss auf die Form des Schädels; eine mächtige Entwicklung der Zähne führt eine entsprechende Ausbildung derjenigen Knochen mit sich, in welche dieselben eingepflanzt sind, ebenso wie auch derjenigen Theile, von denen die Kaumuskeln entspringen. Die Entwicklung der in den Nasenhöhlen angebrachten Theile spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, ferner auch die sehr variirende Ausbildung der Augen; auch hat das Vorhandensein von Hörnern oder Geweihen auf dem Kopf stärkeres Wachsthum derjenigen Theile des Schädels zur Folge, mit denen sie verbunden sind. — In umfangreichen Schädeln, bei Thieren mit grossen Zähnen, Hörnern etc., nehmen die Lufthöhlen oft einen sehr grossen Raum ein: die grossen Knochenmassen, welche nothwendig sind, um diese Theile zu tragen, um Muskeln Ansatzflächen darzubieten etc., sind — was natürlich in mehrfacher Beziehung für das Thier von Bedeutung ist — überall ausgehöhlt, indem die Lufthöhlen überall in dieselben vordringen (dies ist z. B. beim Pferd, Elephanten, Rind etc. der Fall). — Es mag an dieser Stelle auch hervorgehoben werden, dass der Schädel des jungen Thieres in seiner äusseren Form oft von dem des Erwachsenen sehr abweichend ist: das Gehirn ist verhältnissmässig grösser, die Zähne und Kaumuskeln schwächer, die Gesichtspartie deshalb klein, die Lufthöhlen wenig entwickelt, die vorspringenden Kämme, von denen die Kaumuskeln ihren Ursprung nehmen, klein oder gar nicht vorhanden, etc. Die Schädel kleiner (erwachsener) Säugethiere verhalten sich zu den Schädeln grösserer nächstverwandter Formen in mehreren Punkten wie jugendliche Thiere zu erwachsenen derselben Art: die Gehirnpartie ist grösser, die Muskelkämme sind schwächer etc.

Der Schultergürtel verhält sich bei den Kloakenthieren in der Hauptsache wie bei den Reptilien: sowohl das Schulterblatt als das Coracoid sind wohlentwickelt, letzteres ist breit und abgeplattet, in ein vorderes und ein hinteres Stück getheilt und ver-

Fig 387.

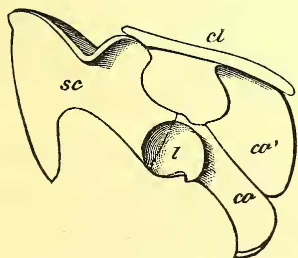


Fig. 388.

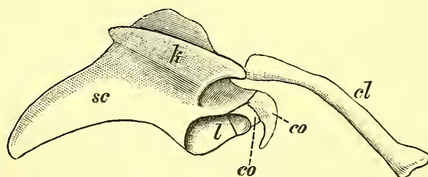


Fig. 387. Rechte Hälfte des Schultergürtels eines jungen Schnabelthieres. *cl* Schlüsselbein, *co'* vorderer, *co* hinterer Theil des Coracoids, *l* Gelenkpfanne, *sc* Schulterblatt. — Orig.

Fig. 388. Rechte Hälfte des Schultergürtels eines jungen Affen; Schulterblatt in starker Verkürzung gesehen. *k* Kamm des Schulterblattes. Uebrige Buchstaben wie in der vorigen Figur. — Orig.

bindet sich mit dem vorderen Ende des Brustbeins; auch ein Schlüsselbein ist bei den Kloakenthieren vorhanden, es geht vom Rande des Schulterblattes an das Vorderbrustbein, ganz wie bei den Reptilien. Bei den übrigen Säugethieren ist dagegen eine bedeutende Veränderung eingetreten: das Coracoid ist rudimentär geworden, nur das äussere (obere) Ende ist in Form eines Fortsatzes am unteren Ende des Schulterblatts, des Rabenschnabelfortsatzes (*Processus coracoïdeus*) [1]), vorhanden, welcher das Brustbein nicht erreicht. Das Schulterblatt ist gewöhnlich eine breite Platte, deren obere Randpartie in der Regel knorpelig bleibt; es ist an seiner äusseren Fläche mit einem aufrechten Längskamm versehen, an dessen untere vortretende Spitze (*Acromion*) das äussere Ende des Schlüsselbeins geheftet ist, während das innere Ende des letzteren sich am Handgriff des Brustbeins befestigt. Bei manchen Säugethieren fehlt übrigens das Schlüsselbein (z. B. bei allen Hufthieren) oder ist in rudimentärer Form vorhanden (Hund), in welchen Fällen der Schultergürtel keine direkte Verbindung mit dem Skelet des Rumpfes besitzt; bei anderen, z. B. bei grabenden, kletternden und fliegenden Säugethieren, ist das Schlüsselbein dagegen ein kräftiger, in der Regel stabförmiger Knochen.

Das Skelet der Vordergliedmaassen besteht aus den gewöhnlichen Theilen. Die Knochen des Unterarmes sind meistens entweder von ungefähr gleicher Stärke, oder der Radius ist, wenigstens am unteren Ende, stärker; oft ist sogar der untere Theil der Ulna rudimentär, während das obere Ende, welches den bei den Säugethieren meistens grossen und hervortretenden Ellbogen trägt, selbst dann gewöhnlich wohlentwickelt ist. Oft kreuzen beide Knochen einander, indem oben der Radius am äusseren, die Ulna am inneren Theil des unteren Endes des Oberarmbeins eingelenkt ist, während unten der Radius sich mit dem inneren, die Ulna mit dem äusseren Theil der Handwurzel verbindet; in anderen Fällen wird aber die Ulna oben ganz hinter den Radius gedrängt, so dass keine eigentliche Kreuzung stattfindet. Beide Knochen sind entweder beweglich [2]) oder häufiger unbeweglich mit einander verbunden; in letzterem Fall verwachsen sie oft mit zunehmendem Alter. Die Handwurzel besteht aus zwei Querreihen von Knochen; in der proximalen Reihe finden sich die gewöhnlichen drei Knochen, in der distalen vier Knochen, indem die beiden äusseren der typischen fünf Knochen (Carpalia Nr. 4 und 5) zu einem verschmolzen sind [3]). Am äusseren Rand der Handwurzel findet sich ein ziemlich grosser Sesamknochen, das Erbsenbein (*Pisiforme*). Von den fünf Fingern besitzt der Daumen (Nr. 1) zwei Glieder, die übrigen nur je drei;

---

1) Beim jungen Thier ist dieser Fortsatz durch zwei besondere Verknöcherungen vertreten, welche später mit dem Schulterblatt verschmelzen (vergl. Fig. 388).

2) Das untere Ende des Radius kann dann im Zusammenhang mit der Hand (welche nur an einer begrenzten Stelle mit der Ulna, sonst mit dem Radius verbunden ist) mehr oder weniger nach aussen schwingen, sehr stark z. B. beim Menschen.

3) Die Handwurzelknochen werden bei den Säugethieren gewöhnlich mit folgenden Namen bezeichnet: in der proximalen Reihe von innen nach aussen *Naviculare*, *Lunatum*, *Triquetrum*; in der distalen Reihe *Multangulum majus*, *Mult. minus*, *Capitatum*, *Hamatum*. In einigen Fällen (bei Reduction der Anzahl der Mittelhandknochen) können einzelne dieser Knochen fehlen; auch können Verschmelzungen zwischen einigen derselben stattfinden. Selten ist ein *Centrale* zwischen den Reihen entwickelt.

nur in gewissen sehr umgebildeten Vordergliedmaassen (bei den Walen) kann die Gliederzahl vermehrt werden. Bei gewissen Säugethieren ist der Daumen freier beweglich als die übrigen Finger, so dass die Hand ein Greifwerkzeug wird. Bei Säugethieren, bei denen er diese Function nicht besitzt, findet man häufig eine Reduction des Daumens, oder er fehlt ganz. Auch andere Finger können verkümmern oder ganz verschwinden, namentlich bei Formen, deren Gliedmaassen in ausgeprägtem Grade als Geh- oder Laufbeine entwickelt sind (Hufthiere); bei einer Beschränkung der Anzahl werden die übrig gebliebenen oder einige derselben um so kräftiger ausgebildet. Eine Verschmelzung von mehreren Mittelfussknochen kann in solchen Fällen ebenfalls stattfinden. Ueberhaupt bietet die Ausbildung der Vordergliedmaassen, bei Anpassung an verschiedene Function (Graben, Klettern, Flug etc.), eine grosse Mannigfaltigkeit dar (vergl. auch die specielle Darstellung).

Das Becken zeichnet sich bei den Säugethieren dadurch aus, dass das Darmbein nach hinten gerichtet ist, die Anheftungsstelle desselben an die Beckenwirbel liegt gegen sein vorderes Ende, die Gelenkpfanne am hinteren Ende (während das Darmbein bei den Reptilien nach unten oder nach unten und vorn gerichtet ist). Scham- und Sitzbein jeder Seite vereinigen sich unten mit einander, das

Fig. 389.

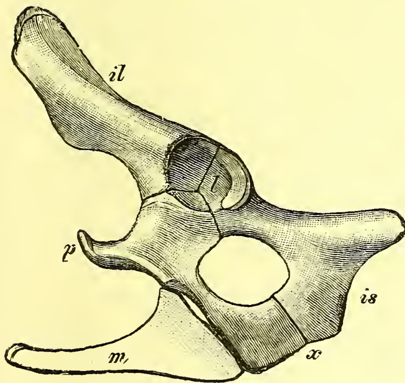


Fig. 390.

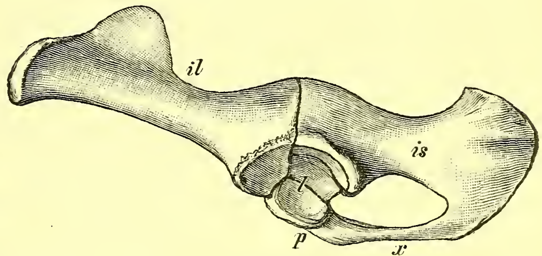


Fig. 389. Linke Hälfte des Beckens von einem jungen *Ornithorhynchus*. *l* Gelenkpfanne. *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *p* Schambein; *x* die Stelle, wo Sitz- und Schambein unten an einander grenzen; *m* Beutelknochen. — Orig.

Fig. 390. Linke Hälfte des Beckens eines neugeborenen Kalbes. *x* die Stelle, wo Sitz- und Schambein unten mit einander verwachsen sind; übrige Bezeichnung wie in der vorigen Figur. — Orig.

Schambein ausserdem in der Mittellinie mit dem der anderen Seite, was auch beim Sitzbein der Fall sein kann; selten fehlt eine Verbindung zwischen beiden Beckenhälften ganz (z. B. bei gewissen Insektenfressern). Beim erwachsenen Thier sind alle drei Knochen jeder Beckenhälfte völlig verschmolzen[1]).

1) Auch die Verbindung der beiden Beckenhälften unten in der Mittellinie kann in eine Verwachsung derselben übergehen, ebenso wie auch die Verbindung zwischen Darmbein und Beckenwirbeln. Bei einigen Säugethieren (z. B. gewissen Edentaten) kann das Sitzbein sich mit den hinteren unechten Beckenwirbeln verbinden und verwachsen.

Bei den Kloakenthieren und den Beutelthieren ist dem vorderen Rand der Schambeine ein Paar nach vorn gerichteter Knochen, die sogen. Beutelknochen, angeheftet; sie dürften als den Bauchmuskeln angehörige Sehnenverknöcherungen aufzufassen sein.

Hintergliedmaassen. Von den beiden Knochen des Unterschenkels ist das Schienbein immer stärker als das Wadenbein, welches oft sehr dünn oder sogar in seinem unteren Theil unvollständig ist; häufig ist letzteres unten mit dem Schienbein verwachsen. Vor dem Gelenk zwischen Schenkel und Unterschenkel (Kniegelenk) ist eine grosse Kniescheibe vorhanden. Die Fusswurzel enthält in ihrer proximalen Reihe nur zwei Knochen, das Sprungbein (*Astragalus*) innen, und das Fersenbein (*Calcaneus*), mit der stark vorspringenden Ferse, aussen und hinten. Die Bewegung im Fussgelenk findet ganz überwiegend zwischen dem unteren Ende des Unterschenkels und dem Sprungbein (oder zugleich dem Fersenbein) statt, während die Bewegung zwischen den Fusswurzelknochen unter sich im Allgemeinen nur gering ist (vergl. die ganz abweichenden Verhältnisse bei Reptilien und Vögeln). In der distalen Reihe finden sich vier Knochen[1]), ebenso wie in der Hand; zwischen beiden Reihen an der inneren Seite findet sich ein Centrale (*Naviculare*). Mittelfuss und Zehen bieten, was Gliederanzahl etc. betrifft, dieselben Verhältnisse dar wie die Mittelhand und Finger; auch in Bezug auf die speciellere Ausbildung, die Reduction der Zehenzahl etc. finden sich im Allgemeinen entsprechende Verhältnisse. Zuweilen ist jedoch die Hand anders entwickelt als der Fuss (z. B. bei springenden Thieren, bei ausgeprägten Gräbern etc.).

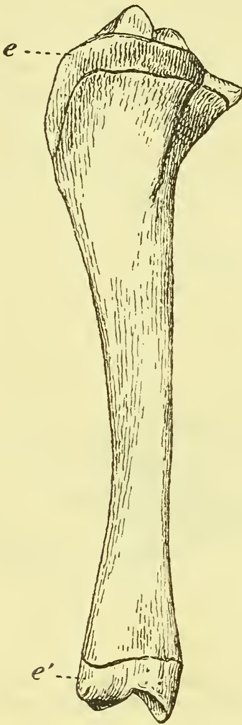


Fig. 391. Schienbein eines einjährigen Pferdes, um die Epiphysen *e* und *e'* zu zeigen. — Orig.

Ausser den schon oben erwähnten Sesambeinen (Erbsenbein, Kniescheibe) sind bei den Säugethieren noch andere vorhanden; namentlich finden sich häufig unterhalb des Gelenkes zwischen jedem Mittelhandknochen und dem ersten Fingerglied (und ebenso zwischen jedem Mittelfussknochen und dem ersten Zehenglied) zwei kleine Knochen, und unterhalb des Gelenkes zwischen vorletztem und letztem Finger(Zehen)glied ein Sesamknochen; ausserdem andere weniger allgemein vorkommende.

Ein allgemeiner Charakter des Säugethierskelets besteht darin, dass die Endpartien zahlreicher, besonders der langen Knochen, ferner auch viele Fortsätze, besonders verknöchern, so dass man bei jüngeren Thieren manche Knochen aus mehreren Stücken zusammengesetzt findet, welche später verschmelzen. Die besonders verknöcherten Endstücke oder Fortsätze nennt man Epiphysen.

---

1) *Cuneiforme I, II, III* und *Cuboideum*, letzteres den Tarsalia 4 + 5 entsprechend.

Das Gehirn ist in mehreren Beziehungen charakteristisch ausgebildet. Das Vorderhirn (Grosshirn) ist von bedeutender Grösse, an seiner Oberfläche mit labyrinthisch gewundenen tiefen Furchen versehen, welche wulstförmige Erhebungen, die Windungen (*Gyri*), von einander abgrenzen, seltener glatt oder fast glatt, z. B. bei den Nagern; es überdeckt nicht allein das Zwischenhirn, sondern gewöhnlich auch das Mittelhirn, bisweilen sogar theilweise das Hinterhirn. Für die Säugethiere eigenthümlich ist der sogenannte Hirnbalken (*Corpus callosum*), ein grosses System querverlaufender Nervenfasern, welches von einer Hemisphäre des Grosshirns zur anderen geht, wo diese dicht an einander gelagert sind; der Hirnbalken ist am schwächsten bei den Kloaken- und Beutelthieren entwickelt. Das Mittelhirn ist dadurch ausgezeichnet, dass seine Oberfläche nicht allein mit einer Längsfurche, sondern auch mit einer Querfurche versehen ist, so dass es oben vier Erhebungen besitzt (Vierhügel, *Corpora quadrigemina*). Das Hinterhirn ist stark entwickelt; seine sehr verdickte obere Wand (Kleinhirn) zerfällt in eine mittlere Partie und zwei Seitentheile und ist mit tiefen Querfalten versehen.

In Bezug auf die Grösse des Hirns im Verhältniss zum übrigen Körper spielt der höhere oder niedrigere intellectuelle Standpunkt der betreffenden Art eine bedeutsame Rolle (vergl. z. B. die enorme Entwicklung des Gehirns beim Menschen). Es giebt aber auch andere Verhältnisse, welche von grosser Bedeutung sind. Namentlich ist es eine Regel dass kleine Säugethiere ein verhältnissmässig grösseres Gehirn haben als ihre nächsten Verwandten von bedeutenderer Grösse; im Ganzen kann man sagen, dass sehr kleine Säugethiere ein verhältnissmässig grosses, sehr grosse ein verhältnissmässig kleines Gehirn besitzen (so hat z. B. der Elephant trotz seiner hervorragenden intellectuellen Eigenschaften ein verhältnissmässig sehr kleines Gehirn). — Es kann hier auch hervorgehoben werden, dass das Gehirn bei jungen Thieren verhältnissmässig grösser ist als bei den erwachsenen.

Geruchsorgane. In den Nasenhöhlen, welche gewöhnlich einen bedeutenden Umfang besitzen, bilden sich an der äusseren und hinteren Wand vorspringende Falten, die Nasenmuscheln, welche sich in der Regel zu sehr grossen Blättern entwickeln, die wieder mit Falten versehen werden, sich zusammenrollen etc., so dass sie Gebilde von ziemlich complicirter Beschaffenheit werden; sie sind zuerst von Knorpel gestützt, welcher aber später ganz oder theilweise verknöchert (die unteren Muscheln und die Blättchen des Siebbeins sind Verknöcherungen dieser Knorpelpartien). Die Riechzellen haben ihren Platz in derjenigen Partie der Schleimhaut, welche den allerhintersten Theil der Nasenhöhle, der Querplatte des Siebbeins zunächst, bekleidet; die Schleimhaut ist hier gelbbraun. Der übrige Theil der Nasenhöhlen hat keine Bedeutung als Geruchsorgan; in seiner Schleimhaut findet sich, ausser schleimabsondernden Drüsen, ein reiches Gefässnetz, welches nach der Auffassung einiger Verfasser die Aufgabe hat, die Luft zu erwärmen, welche durch die Nasenhöhlen hindurch in die Lungen tritt. — Die oben (S. 517) erwähnten Lufthöhlen in einigen der Knochen des Kopfes sind Ausstülpungen der Nasenhöhlen und mit einem Häutchen ausgekleidet, welches eine Fortsetzung der Schleimhaut jener darstellt.

Augen. Von den Augenlidern ist — im Gegensatz zu denjenigen anderer Wirbelthiere — das obere grösser und beweglicher

als das untere. Eine Nickhaut ist im Allgemeinen vorhanden, aber weniger als bei Vögeln und Reptilien entwickelt und meistens nicht mit besonderen Muskeln ausgestattet; wenn der Augapfel in die Augenhöhle zurückgezogen wird, gleitet sie über die Aussenfläche desselben hin und bedeckt sie ganz oder theilweise. Zuweilen (z. B. beim Menschen) ist sie rudimentär.

Die Sehnenhaut besteht aus Bindegewebe, ohne Knorpel[1]) oder Knochengewebe; sie ist bei einigen Säugethieren, besonders bei den Walen, von sehr bedeutender Dicke. In der Gefässhaut findet man häufig eine eigenthümlich ausgebildete, grünlich, bläulich oder weisslich schillernde Partie von etwas verschiedenem Baue, das Tapetum (z. B. beim Pferd, den Wiederkäuern, den Raubthieren). Die Form der Pupille ist verschieden, entweder ist sie kreisrund (z. B. beim Menschen u. a.) oder eine senkrechte (Katze, Fuchs) oder wagerechte Spalte (Pferd, Wiederkäuer).

Gehörorgan. Der Schneckengang ist bei den Kloakenthieren noch dem entsprechenden Theil der Krokodile und Vögel ähnlich, dagegen ist er bei den übrigen Säugethieren weit länger und spiralig aufgerollt. Ebenso wie bei den Reptilien findet sich ein

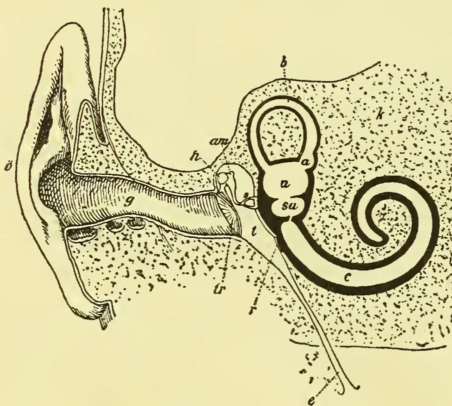


Fig. 392. Querschnitt des Kopfes eines Säugethieres, um die Verhältnisse des Gehörorgans zu zeigen; Schema (das Labyrinth ist verhältnissmässig viel zu gross gezeichnet, etc.). *a* Ampulle, *b* Bogengang (nur ein Bogengang ist dargestellt), *c* Schneckengang; *sa* Sacculus, *u* Utriculus (zusammen der Vorhof); um das Labyrinth herum Lymphräume, in der Figur schwarz. *k* Schädelknochen, *h* Hammer, *am* Amboss, *s* Steigbügel, *t* Paukenhöhle, *r* rundes Fenster, *e* Ohrtrompete, *tr* Trommelfell, *g* äusserer Gehörgang, *ö* äusseres Ohr. — Orig. (mit theilweiser Benutzung älterer Figg.).

ovales und ein rundes Fenster. Der einfache Hörknochen der Reptilien ist in eine Reihe von drei zerfallen: den Hammer (*Malleus*), welcher sich mit dem Trommelfell verbindet, den Amboss (*Incus*) und den Steigbügel (*Stapes*), dessen plattenförmige Endpartie das ovale Fenster schliesst[2]); letzterer besteht bei den Kloakenthieren aus einer Platte und einem einfachen Schaft, welcher bei den übrigen in der Regel breiter und durchbohrt ist, wodurch das Knöchelchen einem Steigbügel ähnlich wird. Für die Säugethiere charakteristisch ist die Ausbildung eines äusseren Gehörganges: die Grube, an deren Boden das Trommelfell bei den Reptilien seinen Platz hat, ist bei den Säugethieren zu einer längeren Röhre geworden, deren innerer

1) Bei den Kloakenthieren ist die Sehnenhaut theilweise knorpelig.

2) Nach einer anderen Auffassung soll der Hammer dem Quadratbein der Reptilien homolog sein, während dann der Amboss als dem äusseren Theil des Gehörknöchelchens derselben entsprechend betrachtet wird; wieder Andere meinen, dass der Amboss dem Quadratbein, der Hammer dem oberen hinteren Knochen des Unterkiefers der Reptilien (*Articulare*) entspricht.

Theil oft verknöchert ist (eine röhrenförmige Verlängerung des Paukenbeins), während der äussere Theil von knorpeligen Theilen gestützt ist. Die äussere Oeffnung ist in der Regel von dem äusseren Ohr umgeben, einer grossen Hautfalte von verschiedener Form, welche ansehnliche elastische Knorpeltheile enthält.

Die Paukenhöhle, welche in das Schläfenbein eingeschlossen liegt, ist oft von recht beträchtlichem Umfange, so dass die umgebenden Knochenpartien (besonders das Paukenbein) zu einem blasenförmigen Theil (*Bulla*) anschwellen; zuweilen steht die Paukenhöhle mit luftgefüllten Hohlräumen der benachbarten Knochen in Verbindung (vergl. Krokodile und Vögel). Die Ohrtrompeten haben in der Regel theilweise knorpelige Wände; sie münden getrennt in den Schlund. Beim Pferd und Tapir hat jede Ohrtrompete eine sehr grosse, dünnwandige, sackförmige Erweiterung.

Die Mundhöhle ist bei jungen Embryonen ebenso wie bei den meisten Reptilien etc. ein einheitlicher Hohlraum. Aber schon frühzeitig entwickelt sich oben an jeder Seite eine Leiste, welche bald mit derjenigen der anderen Seite verwächst und so eine wagerechte Scheidewand bildet, deren vorderer Theil das verknöcherte (natürlich an beiden Seiten mit Schleimhaut bedeckte) Gaumendach, der harte Gaumen, ist, während der hintere Theil weich bleibt und das musculöse Gaumensegel oder den weichen Gaumen darstellt. Der Raum oberhalb des harten Gaumens vereinigt sich mit den Nasenhöhlen (die Nasenscheidewand wächst hinab und verbindet sich mit dem Gaumendach); der oberhalb des weichen Gaumens gelegene Raum, welcher an seinem vorderen Ende mit den Nasenhöhlen in weit offener Verbindung steht, bleibt einfach und wird als Schlundkopf (*Pharynx*) bezeichnet, zu welchem man auch den hinter dem Rande des Gaumensegels liegenden hintersten Theil der ursprünglichen Mundhöhle rechnet; in den Schlundkopf öffnen sich oben die Ohrtrompeten, unten die Luftröhre (Fig. 396). Der Raum unterhalb des harten und des weichen Gaumens ist die Mundhöhle in engerem Sinn, welche die Zähne, die Zunge etc. beherbergt.

Die Zähne der Säugethiere sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass ihre Anzahl bei einer und derselben Art im Allgemeinen ziemlich bestimmt und nicht sehr gross ist, dass ihre Form in der Regel verhältnissmässig complicirt ist, dass sie in Zahnhöhlen sitzen, und besonders durch die eigenthümliche Art des Zahnwechsels, indem die Zähne nicht wie bei den niederen Wirbelthieren das ganze Leben hindurch durch neue ersetzt werden, sondern nur zwei Serien von Zähnen, das Milchgebiss und das bleibende Gebiss, in gesetzmässiger Reihenfolge nach einander auftreten; weiter ist hervorzuheben, dass die Zähne bei den Säugethieren in ausgedehntem Maasse zur Zerkleinerung der Nahrung, nicht bloss zum Festhalten derselben benutzt werden. — Ausser den zwei gewöhnlichen Zahnsubstanzen ist bei den Säugethieren noch eine dritte vorhanden, das Cement, welches namentlich am Wurzeltheil des Zahnes (vergl. unten) sich findet. Das Cement ist übrigens einfach eine Schicht von Knochengewebe, welches von dem umgebenden Bindegewebe um den Zahn abgelagert wird; es liegt ausserhalb der anderen Substanzen und wird zuletzt gebildet. Seine Härte ist geringer als die des Dentins.

Am Säugethierzahn kann man Krone und Wurzel unter-

scheiden. Die Wurzel ist der untere[1]), gewöhnlich schmälere, oft in mehrere Aeste gespaltene, schmelzlose, aber mit Cement bedeckte Theil des Zahnes, welcher im Kiefer verborgen bleibt, die Krone der obere, schmelzbedeckte Theil, welcher gewöhnlich ganz frei sitzt und in der Regel durch eine deutliche Grenze (eine Einschnürung oder dergl.) von der Wurzel gesondert ist; in der Regel ist die Krone cementlos, seltener findet sich auf der Oberfläche des Schmelzes eine dünnere oder dickere Cementschicht. Die Form der Krone ist sehr verschieden: sie kann einfach kegelförmig oder meisselförmig sein, sie kann niedrig und breit, mit abgerundeten Höckern oder mit spitzigen Zacken versehen sein oder aber stark zusammengedrückt mit mehrfachen Spitzen am Rande; oder sie ist mit starken Quer- oder Längskämmen ausgestattet, welche durch Thäler getrennt sind. Letztere können sehr tief werden und sich bis an den Grund der Krone erstrecken (z. B. an den Backenzähnen des Elephanten); auch an den Seitenflächen des Zahnes können senkrechte Furchen vorhanden sein; meistens sind tiefere Falten ganz oder theilweise mit Cement ausgefüllt (so beim Pferd und Elephanten). Während des Gebrauches wird sehr häufig, namentlich an gefalteten Zähnen, die Schmelzschicht an allen vorspringenden Punkten des Zahnes durch den Gebrauch abgeschliffen und dadurch das unterliegende Zahnbein entblösst; an der Kaufläche sieht man dann Zahnbeininseln von etwas erhabenen Schmelzstreifen und letztere oft noch von Cement umgeben (besonders an Zähnen von Pflanzenfressern). Krone und Wurzel sind an manchen Zähnen ungefähr von derselben Länge, nicht selten ist die Wurzel etwas länger als die Krone, in anderen Fällen erreicht dagegen die Krone eine überwiegende Ausbildung. Letzteres ist besonders bei stark gefalteten Zähnen, welche einer bedeutenden Abnutzung unterworfen sind, der Fall; bei solchen ist die Wurzel (resp. die Wurzeln) oft sehr kurz, die Krone dagegen sehr lang, und es tritt letztere nicht sofort in ihrer ganzen Länge aus dem Kiefer hervor, sondern zunächst kommt nur der obere Theil zum Vorschein, und allmählich, während das freie Ende abgenutzt wird, schiebt sich der Zahn heraus (so z. B. bei den Backenzähnen des Pferdes). Oft ist die Wurzel nicht einmal gebildet, wenn die Abnutzung des oberen Theiles der Krone schon angefangen hat; in anderen Fällen kommt es überhaupt nicht zu einer Wurzelbildung: in dem Maasse, wie die Krone oben abgenutzt wird, wächst sie unten, und das Wachsthum des Zahnes wird nie abgeschlossen: wurzellose Zähne (die Vorderzähne der Nager, die Backenzähne mancher Formen derselben Gruppe, die Eckzähne des Ebers etc.).

Die Zähne sitzen in einer einzigen Reihe längs des Randes des Zwischen- und Oberkieferbeines und des Unterkiefers; die Zähne des Zwischenkiefers werden als Schneidezähne, der vorderste Zahn des Oberkieferbeines dicht an der Grenze des Zwischenkiefers als Eckzahn, die übrigen des Oberkiefers als Backenzähne bezeichnet; im Unterkiefer wird derjenige Zahn, welcher beim geschlossenen Munde vor den Oberkiefer-Eckzahn greift, als Eckzahn, die davor sitzenden als Schneide-, die dahinter sitzenden als Backen-

1) Das freie Ende des Zahnes nennen wir stets das obere, das entgegengesetzte das untere Ende, obgleich diese Bezeichnungen eigentlich nur für die Unterkieferzähne richtig sind.

zähne bezeichnet. Bei den meisten placentalen[1]) Säugethieren bewegt sich die Zahl der Zähne jeder Kieferhälfte[2]) in dem zweiten, bleibenden Gebiss innerhalb **11**: 3 Schneidezähne (i^1, i^2, i^3), 1 Eckzahn (c), 7 Backenzähne, von denen die vier vorderen als Prämolaren (p^1—p^4), die drei hinteren als Molaren (m^1—m^3) bezeichnet werden[3]). Im ersten Gebiss, dem Milchgebiss, welches eine Zeitlang beim jungen Thiere vorhanden ist, später aber ausfällt, finden sich, wo es am vollständigsten ist, **8** Zähne in jeder Kieferhälfte: 3 Schneidezähne (di^1—di^3), 1 Eckzahn (dc) und 4 Backenzähne (dp^1—dp^4), welche diejenigen Plätze im Kiefer einnehmen, die später von den entsprechenden bleibenden Schneidezähnen, Eckzahn und Prämolaren besetzt sind; an den Plätzen der Molaren haben keine Milchzähne gesessen. Diese Zahl von Zähnen wird jedoch bei manchen Säugethieren reducirt, und zwar betrifft die Reduction sowohl Schneide- als Eck- und Backenzähne. Gewöhnlich ist es durch einen

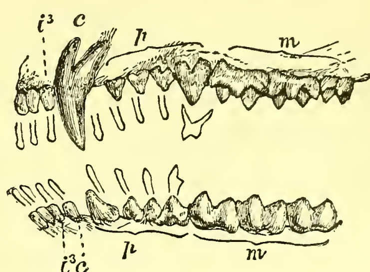


Fig. 393. Gebiss eines Maulwurfs (vollständige Zahnformel); die Milchzähne sind in Umriss ober- oder unterhalb der entsprechenden bleibenden gezeichnet. i^3 dritter Schneidezahn, c Eckzahn, p Prämolaren, m Molaren. — Nach Ch. Tomes.

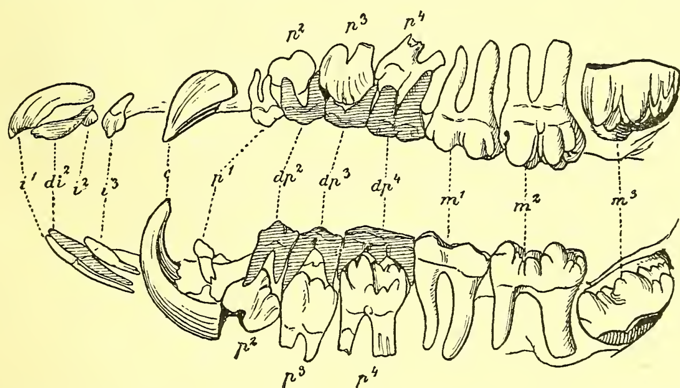


Fig. 394. Die Zähne einer Sau in Zahnwechsel; die Kiefer aufgemeisselt. i^1—i^3 erster—dritter Schneidezahn, c Eckzahn, p^1—p^4 Prämolaren, m^1—m^3 Molaren, di^2 zweiter Milch-Schneidezahn, dp^2—dp^4 Milchbackenzähne. (Milchzähne schraffirt.) Von den Milchzähnen sind di^1, di^3, dc schon ausgefallen; dp^1 fehlt beim Schwein. — Orig.

Vergleich nicht schwierig, nachzuweisen, welcher oder welche Zähne es sind, die fehlen. Für die Backenzahnreihe ist es Regel, dass die Reduction am vorderen oder hinteren Ende stattfindet, so dass, wenn

1) Vergl. S. 539. Die placentalen S. umfassen sämmtliche Säugethiere mit Ausnahme der Kloaken- und Beutelthiere.

2) Oben werden ein Zwischenkieferbein und ein Oberkieferbein als eine Kieferhälfte zusammengerechnet.

3) i^1 ist der vorderste (innerste) der Schneidezähne, p^1 der vorderste Prämolar, m^1 der vorderste Molar etc.

nur 6 Backenzähne vorhanden sind, der fehlende Zahn in der Regel entweder der vorderste Prämolar oder der hinterste Molar ist; wenn nur 5 vorhanden sind, fehlen in der Regel entweder p^1 und p^2, oder m^2 und m^3, oder p^1 und m^3 etc. Bei einigen Gruppen verschwinden vorzugsweise die Molaren (bei den Seehunden), bei anderen die Prämolaren (z. B. bei den Nagern), bei anderen (z. B. der Katze) fehlen Zähne an beiden Enden der Backenzahnreihe. Die Anzahl der Milchzähne wird ebenfalls reducirt; fehlt ein Zahn im bleibenden Gebiss, so ist gewöhnlich auch der entsprechende Milchzahn in Wegfall gekommen (es giebt jedoch von dieser Regel mehrere Ausnahmen). Von den angeführten Milchbackenzähnen fehlt übrigens gewöhnlich der vorderste (dp^1) auch in den Fällen, wo der entsprechende Zahn des bleibenden Gebisses (p^1) vorhanden ist; selten fehlen andere Milchzähne, wenn die entsprechenden bleibenden vorhanden sind; zuweilen (z. B. bei den Seehunden) fallen die Milchzähne schon während des embryonalen Lebens oder beim neugeborenen Jungen aus und sind dann sehr schwach entwickelt oder sogar rudimentär. — Von den Zähnen haben die Backenzähne in der Regel die complicirteste Form, während die Schneide- und Eckzähne einfacher sind; die Eckzähne sind meistens kegelförmig, die Schneidezähne häufig meisselförmig. Die Zähne des Milchgebisses sind gewöhnlich denen des bleibenden Gebisses ähnlich; es ist jedoch nicht immer so, dass ein bestimmter Milchzahn in seiner Form eben demjenigen Zahn gleicht, welcher an seine Stelle tritt; bei den Raubthieren findet man z. B., dass jeder Milchbackenzahn ziemlich genau demjenigen bleibenden Zahn ähnlich ist, welcher e i n e n Platz weiter zurück in der Zahnreihe sitzt. — Bei einem Theil der placentalen Säugethiere finden wir jedoch Abweichungen von den beschriebenen regelmässigen Verhältnissen, indem e i n e g r ö s s e r e A n z a h l von Zähnen auftreten kann. Besonders findet man solches bei Formen, welche, in Anpassung an eigenthümliche Lebensverhältnisse, in gewissen Beziehungen so zu sagen auf eine niedere Stufe hinabgedrückt sind; so besitzen z. B. die Zahnwale, deren Lebensweise so sehr an die der Fische erinnert, gleichartige, in der Regel kegelförmige Zähne, deren Anzahl mehrere Mal so gross wie die typische sein kann; auch bei Thieren, für welche die Zähne nur eine untergeordnete Bedeutung haben, findet man, dass mit einem Rückgang in der Form und Ausbildung des einzelnen Zahnes eine Vermehrung der Anzahl einhergeht (z. B. bei den Gürtelthieren). Bei Formen mit solchen abweichenden Verhältnissen des bleibenden Gebisses findet man häufig ein vollständiges Fehlen des Milchgebisses. — Die B e u t e l t h i e r e weichen von den placentalen Säugethieren in Bezug auf das Gebiss besonders dadurch ab, dass das bleibende Gebiss sich innerhalb einer etwas grösseren Zahl als der regulären der placentalen Säugethiere bewegt, und dass das Milchgebiss nur durch einen einzigen Zahn (Backenzahn) vertreten ist; vergl. des Näheren unten bei den Beutelthieren.

Dem oben über die Zähne der Säugethiere Gesagten kann noch Folgendes hinzugefügt werden. Häufig ist die S c h m e l z s c h i c h t an einigen Theilen der Krone dünner als an anderen; oder sie kann an gewissen Theilen derselben fehlen (z. B. an der Hinterseite der Vorderzähne der Nager), ja sogar an dem grössten Theil (an den Schneidezähnen des Elephanten findet sich Schmelz nur an der Spitze des noch nicht abgenutzten Zahnes) oder völlig fehlen (so bei manchen Walen). — Wenn

der Zahn aus den Kiefern hervorbricht und in Gebrauch tritt, ist seine Entwicklung meistens noch keineswegs abgeschlossen: die Wurzel ist oft nicht fertig gebildet; die Dentinschicht hat noch nicht ihre volle Mächtigkeit erlangt, die Keimhöhle ist gross, verkleinert sich allmählich langsam, während das Dentin gleichzeitig an Dicke zunimmt; auch das Cement an der Wurzel des Zahnes verdickt sich allmählich, es ist bei

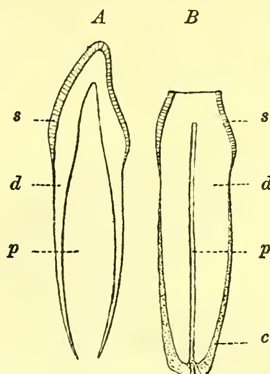


Fig. 395. *A* Schneidezahn eines Hundes, kurz nachdem er in Gebrauch getreten ist; *B* derselbe Zahn eines alten Hundes; Längsschnitte. An dem jungen Zahn ist die Pulpahöhle sehr gross, das Cement noch gar nicht (oder in sehr unbedeutender Menge) vorhanden; in dem alten Zahn ist der obere Theil der ursprünglichen Pulpahöhle ganz mit Dentin ausgefüllt und der übrige Theil derselben sehr eng, das Cement reichlich entwickelt, die Spitze des Zahnes abgenutzt. *c* Cement, *d* Dentin, *p* Pulpahöhle, *s* Schmelz. — Orig.

sehr alten Thieren oft von sehr ansehnlicher Mächtigkeit, während es bei jungen kaum angedeutet ist; nur der Schmelz pflegt (von wurzellosen Zähnen abgesehen) vollständig zu sein, wenn der Zahn in Gebrauch tritt. — Vor dem Ausfallen der Milchzähne werden gewöhnlich die unteren Theile derselben allmählich in grösserer oder geringerer Ausdehnung von eigenthümlichen, im umgebenden Bindegewebe liegenden Zellen aufgelöst, weggeätzt (resorbirt).

In der speciellen Darstellung wird die Zahl der Zähne folgendem Beispiele gemäss angegeben: $\frac{3}{2}\,i$ (= 3 Schneidezähne oben, 2 unten auf jeder Seite), $\frac{1}{0}\,c$ (= 1 Eckzahn oben, 0 unten), $\frac{6}{5}\,b$ (= 6 Backzähne oben, 5 unten), oder $\frac{3}{3}\,p$ (= 3 Prämolaren oben, 3 unten), $\frac{3}{2}\,m$ (= 3 Molaren oben, 2 unten). Wünscht man ausdrücklich anzugeben, welche bestimmten Zähne vorhanden sind, so geschieht dies nach folgender Formel, in welcher die Zeichen oberhalb der Linie die Zähne der Oberkieferhälfte, die anderen diejenigen der Unterkieferhälfte bezeichnen:

$$\frac{i^1\ i^2\ i^3}{i^2\ i^3}\ \frac{c}{c}\ \frac{p^2\ p^3\ p^4}{p^3\ p^4}\ \frac{m^1\ m^2}{m^1}.$$

Bei einer kleinen Anzahl von Säugethieren fehlen Zähne völlig; zuweilen besitzen jedoch Säugethiere, welche als erwachsene zahnlos sind (z. B. die Bartenwale), im Embryonalleben oder noch im Jugendzustande kleine Zähne, welche jedoch nicht hervorbrechen, sondern durch Resorption wieder verschwinden.

Für die Säugethiere charakteristisch ist das Vorhandensein einer Ober- und einer Unterlippe, zweier grosser, musculöser Hautfalten, welche die Kieferränder bedecken, seitlich in einander übergehen und die Wangen bilden; sie fehlen nur selten. Bei einigen Säugethieren (z. B. manchen Affen und Nagern) finden sich sackförmige Ausstülpungen der Wangen, Backentaschen, Reservoire für die aufgenommene Nahrung. — Die Zunge ist sehr musculös, kräftig und beweglich, was von grosser Bedeutung bei der Bearbeitung der Nahrung in der Mundhöhle wird; sie ist an ihrer Oberseite mit kleinen

spitzen Warzen (*Papillae filiformes*) bedeckt, welche zuweilen an ihrer Oberfläche stark verhornen (bei den Katzen); ausserdem finden sich in geringerer Anzahl verschiedene andere Fortsätze (*P. fungiformes*, *circumvallatae* und *foliatae*), welche Geschmacksknospen tragen [1]). — Am harten Gaumen findet sich bei den meisten Säugethieren eine doppelte Reihe ziemlich fester Querfalten, die Gaumenfalten, welche bei manchen Säugethieren, z. B. beim Rind, sehr hervortretend, bei anderen ganz oder fast ganz verwischt sind (Mensch); über die eigenthümliche Entwicklung der Gaumenfalten bei den Bartenwalen vergl. die Wale. — Ausser kleineren in die Wand eingebetteten

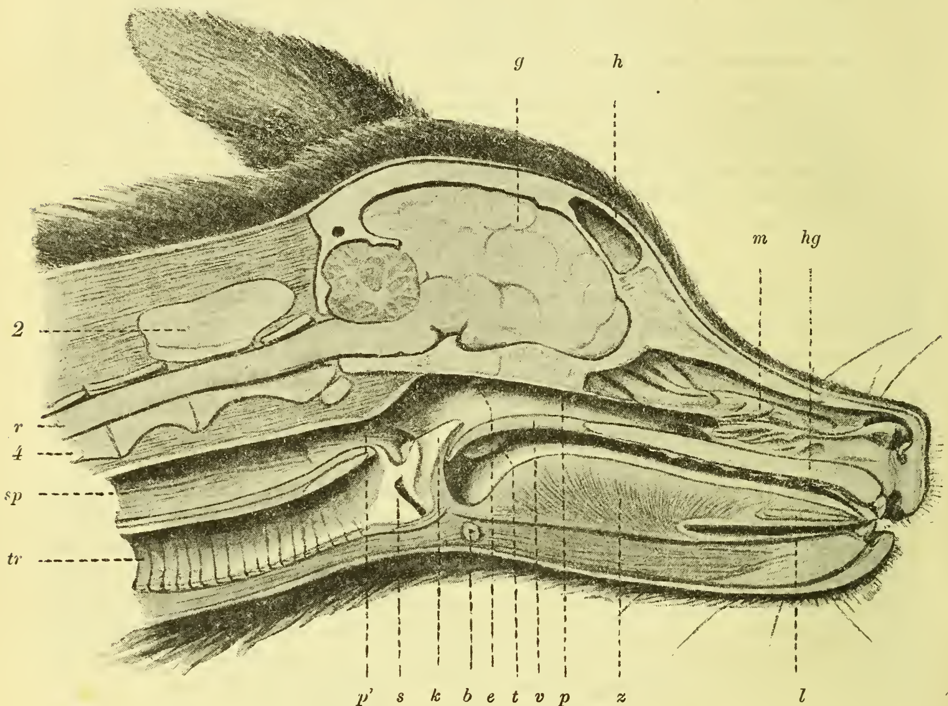


Fig. 396. Längsschnitt durch den Kopf und Hals eines Hundes, verkl. *b* Zungenbein, *e* Oeffnung der Ohrtrompete in den Schlundkopf, *g* Gehirn (nur skizzirt), *h* Stirnhöhle, *hg* harter Gaumen, *k* Kehldeckel (liegt über dem Hinterrand des Gaumensegels), *l* Tollwurm (vergl. die Anm.), *m* Nasenmuscheln, *p* vorderes, *p'* hinteres Ende des Schlundkopfes, *r* Rückenmark, *s* Stimmband, *sp* Speiseröhre, *t* Mandel (siehe die Anm.), *tr* Luftröhre, *v* Gaumensegel, *z* Zunge. *2* Epistropheus, *4* vierter Halswirbel. — Orig.

1) An der Unterseite der Zunge findet sich jederseits eine Falte, welche sich oft vorn mit derjenigen der andern Seite vereinigt; diese Falten, welche man als Unterzunge bezeichnet, erreichen ihre grösste Entwicklung bei den Halbaffen, bei denen sie einen zungenähnlichen Anhang an der eigentlichen Zunge bilden. — Im vordersten Theil der Zunge (Fig. 396) findet sich dicht an der unteren Seite bei manchen Säugethieren ein länglicher Körper, der sogen. Tollwurm (*Lyssa*); er ist von lockerem Bindegewebe umschlossen und besteht selbst aus Muskel- und Bindegewebe; zuweilen enthält er einen knorpeligen Theil, welcher, wie es scheint, dem vorderen dünnen Ende des Zungenbeinkörpers der Saurier (Fig. 336) entspricht. — Hinten am Grunde der Zunge liegt an jeder Seite (Fig. 396, *t*) die Mandel (*Tonsilla*), eine grubige Partie der Schleimhaut, in welcher zahlreiche Lymphfollikel vorhanden sind. Auch an anderen Stellen der Mundschleimhaut sind Lymphfollikel eingebettet.

Drüsen öffnen sich in die Mundhöhle mehrere grössere sogenannte Speicheldrüsen: Ohrspeicheldrüse (*Parotis*), Unterkieferdrüse (*Glandula submaxillaris*), Unterzungendrüse (*Gl. sublingualis*)[1].

Der Schlundkopf setzt sich in die Speiseröhre fort, welche gewöhnlich lang und eng ist. Der Magen ist in seiner gewöhnlichen Form ein kurzer, weiter, etwas gebogener Schlauch, welcher dicht an der Einmündungsstelle der Speiseröhre mit einem kurzen Blindsack versehen ist, der ganz allmählich in den übrigen Theil des Magens übergeht. Bei verschiedenen Säugethieren ist der Magen durch Einschnürungen in mehrere Abschnitte getheilt: zusammengesetzter Magen (bei gewissen Nagern, den Walen, den Wiederkäuern etc.); oder er ist dadurch ausgezeichnet, dass er mit mehreren kurzen Blindsäcken besetzt ist (beim Schwein); oder er weicht auf andere Weise, z. B. durch langgestreckte, darmähnliche Form (Känguruh) von der gewöhnlichen Gestalt ab. Meistens ist die ganze Innenseite des Magens mit einem Cylinderepithel bekleidet und seine Wandung mit zahlreichen Drüschen (Magensaftdrüsen und Schleimdrüsen) ausgestattet; zuweilen setzt sich jedoch das Epithel der Speiseröhre — welches ebenso wie dasjenige der Mundhöhle der Oberhaut ähnlich, also ein mehrschichtiges Plattenepithel ist — eine Strecke weit in den Magen hinein fort; manchmal kann es sogar über eine sehr beträchtliche Partie des Magens ausgedehnt sein: der betreffende Theil macht beim Pferde ungefähr die Hälfte des Magens aus; bei den meisten Wiederkäuern sind Vorder- und Mittelmagen mit dem mehrschichtigen Epithel bekleidet. — Der Dünndarm ist von ansehnlicher Länge, am längsten bei Pflanzenfressern. — Derjenige Abschnitt des Darmkanals, den wir bei anderen Wirbelthieren als Enddarm bezeichnen, ist bei den Säugethieren von bedeutender Länge, gewöhnlich auch ziemlich weit, und erhält den Namen Dickdarm; nur sein Endabschnitt wird als Enddarm bezeichnet. An der Grenze von Dünn- und Dickdarm entspringt von letzterem fast immer ein Blinddarm, welcher bei einigen Säugethieren (z. B. dem Pferd) eine kolossale Entwicklung erlangt, während er bei anderen (z. B. beim Menschen) kleiner oder sogar rudimentär ist[2]. — Die Leber, welche ihren Platz dicht hinter dem Zwerchfell hat, ist in der Regel, aber nicht immer, mit einer Gallenblase versehen (die Gallenblase fehlt z. B. beim Pferd). Die Bauchspeicheldrüse hat gewöhnlich einen Ausführungsgang[3], welcher in den vordersten Theil des Dünndarms entweder für sich oder erst nach Vereinigung mit dem Gallengang einmündet[4].

Athmungsorgane. Der Eingang zum Kehlkopf ist eine Längsspalte hinter der Zunge, vor dem Eingang zur Speiseröhre. Vor der Oeffnung befindet sich eine den Säugethieren eigenthümliche Klappe, der Kehldeckel (*Epiglottis*), welcher einen grossen elastischen

---

1) Letztere ist übrigens nicht eine einzelne Drüse, sondern eine Gruppe von kleineren Drüsen, jede mit einem Ausführungsgang.

2) Beim Menschen und einzelnen anderen Säugethieren setzt der Blinddarm sich in einen dünnen engen Anhang, den *Processus vermiformis*, fort.

3) Seltener besitzt die Bauchspeicheldrüse zwei Ausführungsgänge, welche entweder beide getrennt in den Darm ausmünden, oder von welchen der eine sich mit dem Gallengang vereinigt.

4) Das Netz (*Omentum majus*) ist ein besonders entwickelter Theil des Gekröses, welcher bei manchen Säugethieren vorhangartig die Unterseite des Magens und der Gedärme bedeckt.

Knorpel enthält; er ist unter gewöhnlichen Umständen emporgerichtet, reicht sogar bei vielen Säugethieren (Fig. 396) über den Rand des Gaumensegels hinauf, legt sich aber, wenn Nahrung aus der Mundhöhle durch den Schlundkopf in die Speiseröhre tritt, über die Oeffnung des Kehlkopfes hinab. Der Kehlkopf enthält in seiner Wand grosse Knorpel, nämlich: hinten den Ringknorpel (*Cartilago cricoïdea*), unten den grossen Schildknopel (*C. thyreoïdea*), vorn und oben die beiden Giesskannenknorpel (*Cartilagines arytaenioïdeae*). Die übrige Luftröhre ist gewöhnlich ziemlich lang, von Knorpelringen gestützt; hinten spaltet sie sich in die beiden grossen Luftröhrenäste, welche sich weiter verästeln; jede Lunge ist, wie schon früher hervorgehoben wurde, ein baumförmig verästeltes Organ, dessen gröbere und feinere Aeste sämmtlich hohl sind. Nur in den äussersten Verästelungen, welche dünne Wände besitzen und mit kleinen Ausstülpungen (Alveolen) besetzt sind, findet die Respiration statt; im übrigen Theil des Astsystems besitzen die Röhren dickere Wände, welche bei den gröberen Aesten sogar ebenso wie die Luftröhre mit Knorpelringen oder -plättchen versehen sind. Alle Aeste werden von Bindegewebe zusammengehalten. — Die Lungen haben mit dem Herzen zusammen ihren Platz im vordersten Abschnitt der Leibeshöhle, der Brusthöhle, längs deren oberer Wand auch die Speiseröhre verläuft, während der übrige Theil des Darmkanals mitsammt der Niere und den Geschlechtsorganen in dem hinteren, als Bauchhöhle bezeichneten Abschnitt der Leibeshöhle liegt. Zwischen Brust- und Bauchhöhle ist eine grosse, in der Mitte sehnige, sonst musculöse Scheidewand, das Zwerchfell, ausgespannt, welches, wenn seine musculösen Theile erschlafft sind, in die Brusthöhle hinein gewölbt ist; wenn das Zwerchfell sich contrahirt, plattet es sich ab, dadurch wird die Brusthöhle vergrössert und die sehr elastischen Lungen erweitert, was zur Folge hat, dass die Luft von aussen hineinströmt; beim Erschlaffen des Zwerchfells werden die Lungen zusammengedrückt und die Luft theilweise ausgetrieben. Das Zwerchfell ist somit ein wirksames Werkzeug für den Luftwechsel. Auch die Muskeln, welche die Rippen bewegen, sind in dieser Beziehung von Bedeutung; wenn die unteren Enden der Rippen nach vorn bewegt werden, erweitert sich die Brusthöhle.

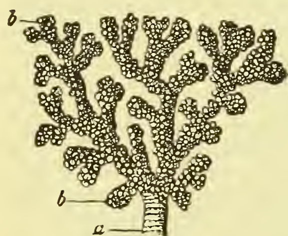


Fig. 397. Kleiner Theil einer Säugethierlunge mit Quecksilber gefüllt. *a* feinster Luftröhrenast, *b* respirirende Theile der Lunge. — Nach Frey.

Die bei manchen einen Winterschlaf haltenden Säugethieren (Fledermäusen, Igel, Murmelthier, Hamster, Siebenschläfer) und bei einigen anderen (Maulwurf, Spitzmaus, Maus, Kaninchen) vorhandene sogenannte Winterschlafdrüse ist eine gelappte Masse, welche sich von der Brusthöhle auf den Hals, über einen Theil des Rückens etc. erstreckt; sie ist am grössten im Herbst und nimmt während des Winters an Grösse ab. Das Organ besteht aus Bindegewebe mit zahlreichen grossen Zellen, welche Fetttropfen enthalten, und ist lediglich wie andere Fettmassen als Reservenahrung aufzufassen.

Gefässsystem. Wie bei den Krokodilen und Vögeln ist sowohl Vorhof als Herzkammer in je zwei vollständig getrennte Hälften

getheilt; der linke Vorhof empfängt das Blut von den Lungen, der rechte Vorhof das vom übrigen Körper. Von der rechten Herzkammer entspringen bloss, mit einem gemeinsamen Stamm, die Lungenarterien (die Arterienbogen des vierten Paares). Die Arterienbogen des ersten und zweiten Paares entspringen sämmtlich mit einem gemeinsamen Stamm, der Körperarterie, von der linken Herzkammer und führen somit alle arterielles Blut; der rechte Arterienbogen des zweiten Paares giebt nur die Arterie für die rechte Vordergliedmaasse ab, die Aorta wird nur von dem linken Bogen desselben Paares gebildet (im Gegensatz zu den Vögeln); das erste Arterienbogenpaar bildet wie gewöhnlich die Kopfarterien. Bei den Säugethieren besteht demnach dieselbe vollständige Trennung des arteriellen und des venösen Blutes wie bei den Vögeln. — Ein Herzkegel fehlt.

Beim neugeborenen Säugethier findet sich in der Scheidewand zwischen den beiden Vorhöfen noch eine grössere Oeffnung (*Foramen ovale*), welche sich jedoch bald schliesst. Ebenso ist noch ein Verbindungsgang (der Botallis'che Gang) zwischen dem zweiten linken Arterienbogen und der Lungenarterie (dem vierten Arterienbogen) offen; er bildet sich nach der Geburt zu einem soliden Strang um.

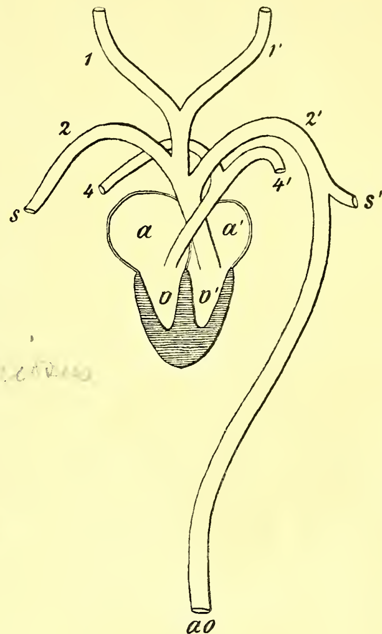


Fig. 398. Herz und Arterienbogen der Säugethiere, Schema. *a* rechter, *a'* linker Vorhof, *ao* Aorta, *s* und *s*, Arterien zu den Vordergliedmaassen, *v* rechte, *v'* linke Herzkammer. *1*, *1'*, *2*, *2'*, *4*, *4'* Arterienbogen. — Orig.

Die Nieren sind kurze, rundliche Organe, in deren innerer Seite ein grösserer Hohlraum von verschiedener Form, das Nierenbecken, vorhanden ist, in welches die Harnkanälchen einmünden; von der das Nierenbecken umgebenden, aus den Harnkanälchen zusammengesetzten Nierensubstanz ragen oft mehrere grössere Papillen in das Nierenbecken hinein. Letzteres setzt sich in den Harnleiter fort. Eine Harnblase ist stets vorhanden. Ueber die Ausmündung dieser so wie der Harnleiter vergl. die Geschlechtsorgane.

Bei den meisten Säugethieren ist die Oberfläche der Niere glatt, bei anderen (z. B. beim Rind) höckerig; wieder bei anderen (Bär, Seehunden, Walthieren u. a.) sind die Nieren verzweigt, aus zahlreichen Läppchen zusammengesetzt, welche je einem Aestchen des vorderen Endes des Harnleiters aufsitzen und nur durch lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden.

Die Eierstöcke der Säugethiere sind ziemlich kleine Organe, meistens mit einer glatten oder etwas höckerigen Oberfläche; nur bei wenigen Säugethieren (Kloakenthieren, Schwein etc.) erhält der Eierstock durch stärkere Hervorwölbung der Graaf'schen Follikel ein

brombeerartiges oder traubenförmiges Aussehen [1]). Die Graaf'schen Follikel weichen, wie schon S. 380 geschildert wurde, von denen anderer Wirbelthiere darin ab, dass sie eine grössere Anzahl Follikelzellen besitzen und einen grossen Spaltraum enthalten; bei den Kloakenthieren ist jedoch ebenso wie bei niederen Wirbelthieren nur eine Zellenschicht um das Ei vorhanden und es fehlt der Spaltraum, wie auch das Ei bei ihnen eine weit bedeutendere Grösse als bei den übrigen Säugethieren erlangt. — Jeder Eileiter zerfällt bei den Säugethieren im Allgemeinen in drei Abschnitte: einen vorderen, meist sehr engen Abschnitt, die Tube (*Tuba Falloppii*) mit dem in die Bauchhöhle sich öffnenden Trichter, einen mittleren, weiteren Abschnitt, die Gebärmutter (*Uterus*), und einen Endabschnitt, die Scheide (*Vagina*); bei den Kloakenthieren sind Gebärmutter und Scheide noch nicht gesondert. Die Eileiter münden bei den Kloakenthieren getrennt in eine sackförmige Ausstülpung der ventralen Wand der Kloake, den Urogenitalkanal, in welchen auch die Harnblase und beide Harnleiter einmünden; alle 5 Oeffnungen befinden sich dicht beisammen am Boden des Urogenitalkanals. Bei den Beutelthieren ist die Kloake derartig verkürzt, dass sie nur eine kleine Grube darstellt, in welche der Enddarm oben, der Urogenitalkanal unten einmündet, beide Scheiden münden getrennt am Boden des Urogenitalkanals, in welchen ausserdem nur noch die Harnblase sich öffnet, indem nämlich die Harnleiter in den hinteren Theil der Blase einmünden [2]). Bei den placentalen Säugethieren fehlt eine Kloake beim ausgebildeten Thiere ganz; der Urogenitalkanal (sogenannter Scheiden-Vorhof, *Vestibulum*) und der Enddarm münden getrennt auf der Oberfläche, entweder ganz dicht beisammen oder durch einen etwas grösseren Zwischenraum getrennt. Die Eileiter sind bei ihnen fast immer in grösserer oder geringerer Ausdehnung vom hinteren Ende aus verschmolzen: entweder bloss die Scheiden, welche fast immer zu einer vereinigt sind [3]), oder auch die hinteren Theile der

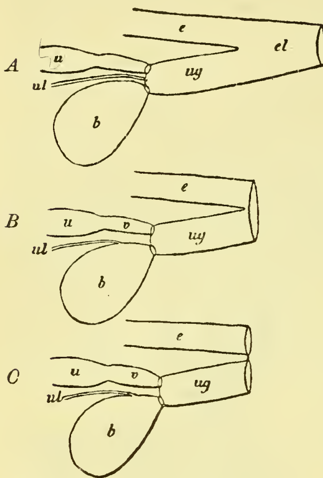


Fig. 399. Die Endabschnitte des Darmes, des Harn- und Geschlechtsapparates verschiedener weiblicher Säugethiere, von der Seite gesehen, Schemata. *A* Kloakenthier, *B* Beutelthier, *C* übrige Säugethiere. *b* Blase, *cl* Kloake, *e* Enddarm, *u* Uterus, *ug* Urogenitalkanal, *ul* Harnleiter, *v* Scheide. — Orig.

1) Wenn das Ei aus dem Follikel entleert ist, füllt sich der Hohlraum mit zellenreichem Bindegewebe, welches bei einigen Säugethieren derartig an Masse zunimmt, dass der Follikel vielmals grösser wird als vorher, ja so gross wie der ganze übrige Eierstock werden kann. Später bildet sich dieser gelbe Körper (*Corpus luteum*) wieder zurück.

2) Bei einigen Beutelthieren sind die beiden Eileiter in ihrer ganzen Länge getrennt, bei anderen sind die Scheiden zwar eine Strecke weit verschmolzen, münden aber getrennt in den Urogenitalkanal.

3) Der Elephant besitzt zwei getrennte Scheiden, welche sich am Boden des sehr verlängerten, am Bauche ausmündenden Urogenitalkanals öffnen.

Uteri, oder die Uteri sind in ihrer ganzen Länge verschmolzen; in ersterem Fall haben wir also noch zwei vollständig getrennte Uteri, eine sogen. doppelte Gebärmutter (*Uterus duplex*), wie beim

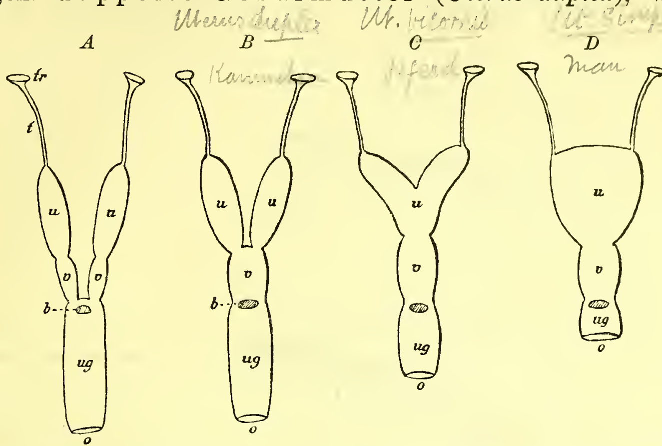


Fig. 400. Die Müller'schen Gänge und der Urogenitalkanal verschiedener Säugethiere, *A* von einem Beutelthier, *B* doppelter, *C* zweihörniger, *D* einfacher Uterus, *b* Mündungsstelle der Blase am vorderen Ende des Urogenitalkanals, *o* äussere Mündung des Urogenitalkanals, *t* Tube, *tr* Trichter, *u* Uterus, *v* Scheide. — Orig.

Kaninchen, im zweiten Fall eine zweihörnige Gebärmutter (*U. bicornis*), wie beim Pferd, in letzterem Fall eine einfache Gebärmutter (*U. simplex*), wie beim Menschen. Die Harnleiter und die Blase verhalten sich wie bei den Beutelthieren.

An der Grenze der Scheide und des Vorhofs findet sich bei manchen Säugethieren eine von einer kleinen Oeffnung durchbohrte, dünne, häutige Querscheidewand, *Hymen,* welche bei der ersten Begattung gesprengt wird. — Der Vorhof ist von sehr verschiedener Länge, bei einigen sehr lang (z. B. beim Hasen), bei anderen sehr kurz, fast verschwindend (z. B. beim Menschen).

Ein dem männlichen Begattungswerkzeug entsprechendes rudimentäres Organ findet sich oft beim weiblichen Thiere unten an der äusseren Oeffnung des Urogenitalkanals in Form eines meistens warzenförmigen, seltener längeren Theiles (*Clitoris*). — Ferner können Rudimente der Urnieren (Nebeneierstock, z. B. beim Menschen) und der Urnierengänge (Gartner'sche Gänge bei Wiederkäuern) vorhanden sein.

Männliche Geschlechtsorgane. Bei allen Säugethieren liegen die Hoden[1]) zunächst, beim Embryo, an der dorsalen Wand der Bauchhöhle ähnlich wie bei den Reptilien und Vögeln, und bei einigen (Kloakenthieren, Walthieren, Elephanten u. a.) bleiben sie zeitlebens in dieser Lage. Bei den meisten Säugethieren senken sie sich aber am Ende des Embryonallebens oder beim jungen Thier jeder in eine Ausstülpung der ventralen Bauchwand hinab; meistens sind beide Ausstülpungen äusserlich zu einem beutelförmigen Körper, dem Hodensack (*Scrotum*), vereinigt, welcher durch eine Scheide-

1) Aehnlich wie bei den Vögeln (vergl. S. 488) findet bei manchen Säugethieren ausserhalb der Brunstzeit eine Rückbildung der Hoden statt, so dass sie stark an Grösse abnehmen (Rehbock, Igel etc.).

wand in zwei Fächer getheilt ist; jedes Fach enthält einen Hoden, und sein Hohlraum steht durch einen weiteren oder engeren, oft mit der Zeit verwachsenden Kanal mit der übrigen Bauchhöhle in Verbindung[1]). — Bei den Kloakenthieren münden die Samenleiter mit den

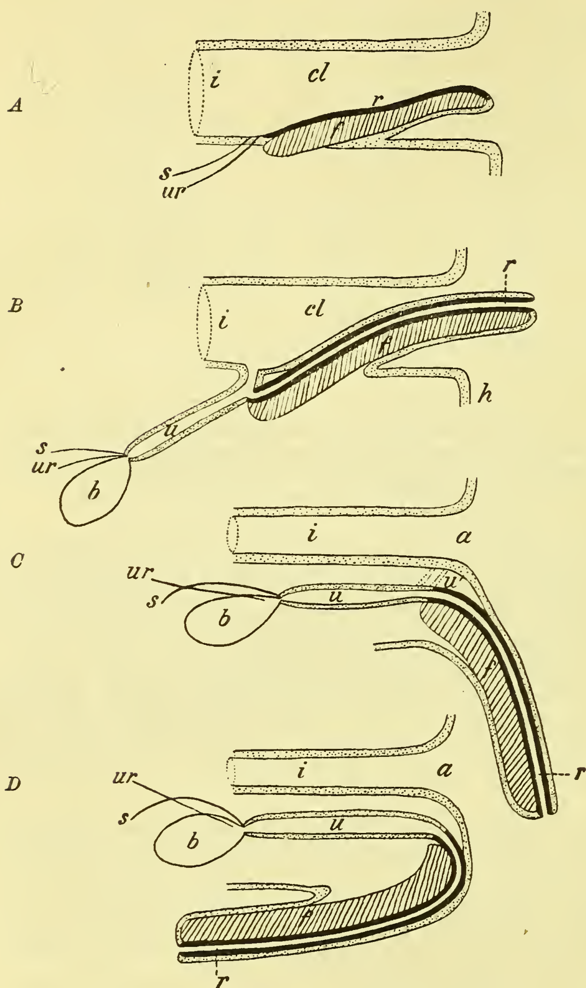


Fig. 401. Schematische Längsschnitte der Kloake (resp. des Enddarms) und des Begattungsorgans, *A* eines Krokodils, *B* eines Kloakenthieres, *C*—*D* verschiedener anderer Säugethiere. *a* After, *b* Harnblase, *cl* Kloake, *f* fibröser Körper, *h* Haut, *i* Darm, *r* (in *A*) Samenrinne, (in *B*—*D*) Samenröhre, *s* Samenleiter, *u* Urogenitalkanal (in *C* ist das zu Grunde gegangene Stück des Urogenitalkanals punktirt dargestellt: *u'*), *ur* Harnleiter. — Orig.

Harnleitern und der Harnblase zusammen in eine enge, tiefe Ausstülpung der ventralen Wand der Kloake, den Urogenitalkanal, welcher dem gleichnamigen des weiblichen Thieres entspricht; mit der ventralen Wand der Kloake ist ein Begattungsorgan (Ruthe, *Penis*) verbunden, welches sich von dem entsprechenden (homologen) der Schildkröten, Krokodile und Vögel dadurch unterscheidet, dass die Rinne an der Oberseite des Organs zu einer an beiden Enden offenen Röhre, der Samenröhre, umgebildet ist, deren vordere

1) Bei einigen Säugethieren (Insectivoren, Nagern) liegen die Hoden nur während der Brunst (wenn sie sich vergrössert haben) im Hodensack, zu anderer Zeit in der Bauchhöhle.

Oeffnung in den Urogenitalkanal mündet (Fig. 401, *B*). Im Begattungsorgane liegt unterhalb [1]) der Samenröhre eine (auch schon bei Reptilien und Vögeln vorhandene) längliche fibröse Bindegewebsmasse, der fibröse Körper (*Corpus fibrosum*). — Bei den übrigen männlichen Säugethieren (auch bei den Beutelthieren) fehlt eine Kloake; die ursprüngliche Oeffnung des Urogenitalkanals in die Kloake hat sich geschlossen (Fig. 401, *C*), und der Urogenitalkanal mündet somit nur durch die Samenröhre nach aussen; auch der Harn muss durch letztere passiren. Das Begattungsorgan hat seinen Platz unterhalb des Afters, schlägt sich aber bei manchen Säugethieren auf die Bauchwand herum, so dass die Spitze nach vorn gerichtet wird, und verbindet sich mit derselben (*D*).

Die Samenröhre ist von einem dichten Venennetz umgeben, und ein ähnliches befindet sich auch in dem fibrösen Körper; wenn diese Gefässnetze sich mit Blut füllen, wird der Penis erigirt. — Im Penis vieler Säugethiere (Raubthiere, Affen etc.) ist eine Verknöcherung, der Ruthenknochen, entwickelt.

In den Urogenitalkanal und in die Samenröhre münden verschiedene Drüsen, deren Secret dem Samen beigemischt wird; unter diesen sind die Vorsteherdrüse (*Prostata*) und die Cowper'schen Drüsen die constantesten. In jeden Samenleiter öffnet sich bei manchen Säugethieren dicht an dessen Einmündung in den Urogenitalkanal (oder getrennt in diesen) eine Samenblase (*Vesicula seminalis*), ein sackförmiges oder verästeltes Hohlorgan, welches sowohl als Samenreservoir wie als Absonderungsorgan fungirt. — Oft sind beim männlichen Säugethier grössere oder kleinere Rudimente der Eileiter (der sog. *Uterus masculinus*) vorhanden.

Von den Säugethieren sind nur die Kloakenthiere eierlegend; das Ei hat bei diesen eine verhältnissmässig bedeutende Grösse [2]), und die Furchung ist partiell, es ist wie bei manchen Reptilien von einer pergamentartigen Schale umgeben. Alle anderen Säugethiere sind lebendiggebärend; eine Eischale fehlt immer, das Ei ist mikroskopisch klein, die Furchung total. Bei den Beutelthieren liegt der Embryo von den Embryonalhüllen umgeben im Uterus, wird ernährt und wächst durch Aufsaugung einer von den Drüsen des Uterus abgesonderten Flüssigkeit; eine engere Verbindung zwischen dem Embryo und der Wand des Uterus besteht bei diesen nicht, und das neugeborene Junge befindet sich in einem Zustand, welcher in Vergleich mit demjenigen der neugeborenen placentalen Säugethiere als ungemein unentwickelt bezeichnet werden muss; es wird nach der Geburt lange Zeit mit der Milch der Mutter ernährt. Bei den placentalen Säugethieren tritt die äusserste der Embryonalhüllen mit der Wand des Uterus in engere Verbindung; an ihrer Oberfläche entwickeln sich feine, gefässreiche, verästelte, zottenähnliche Fortsätze, welche sich in entsprechende Vertiefungen der gefässreichen Wand des Uterus einsenken und als Aufsaugungsorgane für die Blutflüssigkeit der Mutter dienen. Die Zotten sind entweder einigermaassen gleichmässig über die ganze betreffende Hülle verbreitet (Pferd, Schwein, Kameele, Wale) oder besonders, resp. ausschliesslich, und zwar sehr stark, an einer Stelle entwickelt, welche

1) Wenn das Organ mit der Spitze nach vorn gerichtet ist.

2) Beim Ameisenigel (*Echidna*) hat das Ei mit der Schale einen Längsdurchmesser von 15 mm, einen Querdurchmesser von 13 mm; beim Schnabelthier hat es eine ähnliche Grösse.

dann als der Fruchtkuchen, *Placenta foetalis* [1]), bezeichnet wird; oder es finden sich mehrere solche Stellen, an welchen Zotten stark entwickelt sind. Letzteres ist bei den meisten Wiederkäuern der Fall, welche eine grössere Anzahl stark hervortretender kleiner Fruchtkuchen („Cotyledonen") besitzen; sonst findet man einen grossen zusammenhängenden Fruchtkuchen, entweder einen gürtelförmigen (Raubthiere, Seehunde, Elephanten) oder einen scheibenförmigen (beim Menschen und anderen [2]). Derjenige Theil der Uteruswand, welcher mit dem Fruchtkuchen in Verbindung tritt, wird als Mutterkuchen, *Placenta uterina*, bezeichnet. Bei der Geburt werden in einigen Fällen die Zotten einfach aus den Vertiefungen der Uteruswand herausgezogen (Pferd, Wiederkäuer etc.); in anderen Fällen (bei allen mit ringförmigem oder scheibenförmigem Fruchtkuchen) bleibt ein Theil der Schleimhaut des Uterus an den Embryonalhüllen haften und wird mit diesen abgelöst (Decidua), so dass die Schleimhaut des Uterus nach der Geburt sich in grosser Ausdehnung regenerirt.

Bei den placentalen Säugethieren tritt die seröse Hülle (vergl. S. 382) in enge Verbindung mit der Allantois, welche theilweise mit ihr verwächst; die durch die Verwachsung beider entstandene gefässreiche Hülle wird als Chorion bezeichnet; von letzterem gehen die oben erwähnten gefässreichen Zotten aus. — Bei älteren Säugethierembryonen wird das Amnion stark ausgedehnt und legt sich oft dicht der Allantois an. Es umschliesst dann zugleich scheidenförmig die kanalartigen Verbindungsstücke der Allantois und des Dottersackes mit dem eigentlichen Embryo. Diese Theile (vergl. Fig. 402) werden mit der genannten Scheide zusammen als Nabelstrang bezeichnet.

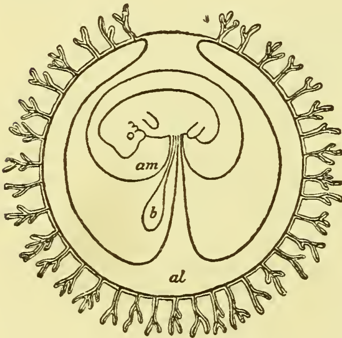


Fig. 402. Die Fruchthüllen eines Säugethieres, Schema. *am* Amnion, *al* Allantois, *b* Dottersack; die äusserste Linie ist die seröse Hülle. Das äussere Blatt der Allantois ist mit der serösen Hülle zu dem mit verästelten Fortsätzen besetzten Chorion verwachsen. — Orig.

Der Kreislauf bei einem älteren Embryo eines placentalen Säugethieres ist in mehreren Beziehungen von demjenigen des ausgebildeten Thieres sehr abweichend; die Lungen fungiren selbstverständlich noch nicht als Athmungsorgane; den Sauerstoff, dessen der Embryo bedarf, erhält er mit der aufgesogenen Blutflüssigkeit aus dem Mutterthiere. Die Hauptzüge des Kreislaufes sind folgende: Das arterielle Blut aus dem Fruchtkuchen mischt sich mit dem venösen Blut aus dem hinteren Theil des Körpers, und dieses gemischte Blut gelangt in den rechten Vorhof, in welchen auch das venöse Blut aus dem vorderen Theil des Körpers hineinströmt. Ein Theil des Blutes aus dem rechten Vorhof gelangt in die rechte Herzkammer, von hier in die Lungenarterie und aus dieser theils in die Lungen, theils durch den Botalli'schen Gang in

1) Wenn die Zotten über die ganze Hülle gleichmässig vertheilt sind, sagt man, die betreffenden Thiere (z. B. das Pferd) besitzen eine diffuse Placenta; streng genommen besitzen sie keine Placenta.

2) Affen, Fledermäusen, Insektenfressern und Nagern.

die Aorta. Ein anderer Theil des Blutes des rechten Vorhofs geht durch die Oeffnung der Vorhofscheidewand in den linken Vorhof und aus diesem durch die linke Herzkammer in den Körperarterienstamm. Es findet demnach beim Embryo eine sehr ausgedehnte Mischung arteriellen und venösen Blutes statt.

In Bezug auf die Länge der Zeit, welche der Embryo der placentalen Säugethiere im Uterus verweilt (die Tragzeit), bestehen bei verschiedenen Formen grosse Unterschiede, während die Zeit für jede Art ziemlich bestimmt ist. Als allgemeine Regel gilt, dass grosse Säugethiere eine lange Tragzeit (bis ein Jahr oder mehr) haben und auf einmal nur eins oder ganz wenige Junge gebären, während kleine Säugethiere eine kurze Tragzeit haben und auf einmal mehrere oder viele Junge zur Welt bringen. Wenn ein Säugethier auf einmal mehrere Junge in seinem Uterus hat, so sind die Eier, von denen sie herstammen, sämmtlich auf einmal befruchtet worden; sie sind deshalb sämmtlich gleichweit in ihrer Entwicklung fortgeschritten und werden unmittelbar nach einander geboren. Bei einigen placentalen Säugethieren sind die Jungen bei der Geburt sehr hülflos, nackt, mit verschlossenen Augen (verklebten Augenlidrändern), während andere weiter entwickelt sind oder sich sogar gleich selbständig umherbewegen können. Sie werden alle während der ersten Zeit mit der Milch der Mutter ernährt.

Man theilt die Säugethiere in folgende Hauptgruppen ein:

A. Ovipare Säugethiere. Legen grosse Eier ab, welche von einer Schale umgeben sind. Kloake lang. — Hierher gehört nur die Ordnung der Kloakenthiere.

B. Aplacentale Säugethiere. Ei klein, entwickelt sich im Eileiter, der Embryo wird von einer in der Eileiterwand abgesonderten Flüssigkeit ernährt, ist bei der Geburt sehr klein und unvollkommen entwickelt. Kloake rudimentär (nur beim Weibchen vorhanden). — Hierher nur die Ordnung der Beutelthiere.

C. Placentale Säugethiere. Der Embryo, welcher sich aus einem kleinen Ei entwickelt, tritt durch Zotten der äusseren Embryonalhülle in engere Verbindung mit der Eileiterwand. Kloake fehlt. — Hierher alle übrigen Säugethier-Ordnungen.

1. Ordnung. **Kloakenthiere** (*Monotremata*).

Diese kleine Abtheilung weicht in einer Reihe von Charakteren von den übrigen Säugethieren ab und nähert sich in denselben den Reptilien. Besonders auffallend ist es, dass sie eierlegend sind, dass die Eier verhältnissmässig gross und mit einer lederartigen Schale umgeben sind; ferner besitzen sie eine wohlentwickelte Kloake wie die Reptilien. Von anderen Charakteren, welche auf diese hinweisen, heben wir hervor: das Vorhandensein wohlentwickelter Halsrippen, eines grossen Coracoids, eines ganz reptilienähnlichen Vorderbrustbeines; das Fehlen eines Kammes am Schulterblatt; die Form des Steigbügels; den nicht spiralig gewundenen Schneckengang; das Vorhandensein von Knorpel in der Sehnenhaut des Auges; die schwache Entwicklung des Hirnbalkens; das ganze (oben erwähnte) Verhältniss des Harn- und

Geschlechtsapparats. Von Interesse ist auch, dass die Körpertemperatur[1]) niedriger ist als bei anderen Säugethieren.

Dass sie trotzdem nicht mit Unrecht den Säugethieren zugerechnet werden, ersieht man daraus, dass sie in den folgenden Charakteren mit den übrigen Säugethieren übereinstimmen und von den Reptilien abweichen: sie sind behaart, mit Talg- und Schweissdrüsen ausgestattet, sie besitzen ein langes, gegliedertes Brustbein, es fehlt ihnen ein Quadratbein, sie besitzen zwei Gelenkhöcker am Hinterhauptsbein, drei Gehörknöchelchen, das Mittelhirn ist in vier Lappen getheilt, der Penis ist röhrenförmig, etc.

Ausser den schon hervorgehobenen Punkten ist noch zu erwähnen, dass die Kloakenthiere dieselben mit dem Becken verbundenen Beutelknochen wie die Beutelthiere besitzen; ferner ist daran zu erinnern, dass Zitzen fehlen und dass die Milchdrüsen überhaupt primitive Verhältnisse darbieten. Die wenigen bekannten Formen sind in erwachsenem Zustande vollständig zahnlos; dagegen können Hornzähne vorhanden sein. In den letzten Jahren hat man aber nachgewiesen, dass Ornithorhynchus in der Jugend echte Zähne besitzt, welche aber später ausfallen. Es ist kein deutliches äusseres Ohr vorhanden. Das Männchen besitzt an der Ferse einen von dem Ausführungsgang einer Drüse durchbohrten hornigen Sporn.

Von Kloakenthieren sind bis jetzt nur drei lebende Arten bekannt, welche im Folgenden erwähnt werden. Es sind mittelgrosse Thiere, welche auf Neu-Holland, Neu-Guinea und Tasmanien beschränkt sind. Von fossilen Ueberresten dieser Gruppe ist sehr wenig Sicheres bekannt.

1. Das Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). Die Schnauzenpartie ist abgeplattet, breit, mit einer nackten Haut bekleidet; hinten im Munde jederseits, oben und unten, ein grosser Hornzahn (vorn ein kleinerer, leistenförmiger Hornzahn). Schwanz kräftig, abgeplattet; Füsse mit Schwimmhaut. Behaarung weich. Ernährt sich von kleineren Wasserthieren. Die Eier werden (zwei zur Zeit) in einer in die Erde gegrabenen Höhle abgelegt; das aus dem Ei geschlüpfte Junge wird mit der Milch der Mutter ernährt. Oestliches Neu-Holland und Tasmanien.

2. Der Ameisenigel (*Echidna aculeata*). Die Schnauzenpartie ist, besonders gegen die Spitze hin, verschmälert und mit einer nackten Haut bekleidet; der Mund klein, die Zunge lang und klebrig; der Körper mit Haaren und Stacheln bedeckt; Schwanz sehr kurz; starke Grabkrallen. Ernährt sich von Ameisen, Termiten u. dergl. Das Ei (es wird zur Zeit nur ein Ei geboren) wird in eine unpaarige sackförmige Vertiefung der Bauchseite aufgenommen und hier ausgebrütet; die Temperatur des Sackes steigt um mehrere Grad über diejenige des übrigen Körpers. Der Sack, welcher später als Aufenthaltsort für das Junge dient, bildet sich schliesslich zurück; vor dem Austritt eines Eies aus der Kloake bildet er sich jedesmal aufs Neue (dieser Brutsack fehlt bei Ornithorynchus). Lebt in verschiedenen Varietäten auf Neu-Guinea, Neu-Holland und Tasmanien. — Nahe verwandt ist *E.* (*Proechidna*) *Bruijnii*,

---

1) Bei *Echidna* unter gewöhnlichen Verhältnissen 28° C., bei *Ornithorhynchus* ca. 25° C. Bei anderen Säugethieren findet man durchschnittlich eine Körperwärme von 38—39° C.

welche einen längeren, gebogenen Schnabel und an jedem Fuss (Vorder- wie Hinterfuss) nur 3 Krallen besitzt (während *E. aculeata* mit 5 Krallen an allen Füssen versehen ist). Neu-Guinea.

2. Ordnung. **Beutelthiere** (*Marsupialia*).

Die charakteristischste Eigenthümlichkeit dieser Gruppe besteht darin, dass die äussere Embryonalhülle keine in die Uteruswand sich einsenkenden Zotten bildet, sondern der Embryo sich durch Aufsaugen eines Secrets der Uterus-Drüsen ernährt und in einem sehr unreifen und unvollkommenen Zustand geboren wird. Auch andere Charaktere weisen auf den niederen Zustand der Beutelthiere in Vergleich mit den folgenden Ordnungen der Säugethiere hin; so ist z. B. der Hirnbalken nur schwach entwickelt, beim Weibchen ist eine, wenn auch nur grubenförmige, Kloake vorhanden, und die beiden Eileiter münden getrennt in den Urogenitalkanal. Die Beutelthiere besitzen — ebenso wie die Kloakenthiere, im Gegensatz aber zu den übrigen Säugethieren — Beutelknochen, ein Paar eigenthümlicher Knochen, welche mit den Schambeinen in Verbindung stehen und sich von diesen in der Bauchwand nach vorn erstrecken. Sie haben mit dem sog. Beutel, welcher bei den meisten weiblichen Beutelthieren vorhanden ist, nichts zu thun; letzterer ist eine sackförmige, von einer grossen Hautfalte begrenzte, vorn offene Höhlung an der Bauchseite des Thieres, an deren oberer Wand die Zitzen ihren Platz haben und in welche die Jungen sofort nach der Geburt hineingebracht werden; letztere sitzen lange Zeit unbeweglich in derselben an je einer Zitze festgesogen.

Die Zähne der Beutelthiere erinnern zwar im Ganzen an diejenigen anderer Säugethiere, verhalten sich jedoch in einigen Punkten abweichend. Die Backenzähne bewegen sich innerhalb der Zahl 7 in jeder Kieferhälfte (nur eine einzelne Form mit rückgebildeten Zähnen hat eine grössere Anzahl); die Anzahl der Vorderzähne steigt aber bis auf 5 oben, 4 unten auf jeder Seite. Von den 7 Backenzähnen hat nur Nr. 3 einen Vorgänger, welcher überhaupt der einzige Milchzahn ist, der, soweit man weiss, bei diesen Thieren auftritt. Die Form der Zähne, besonders der Backenzähne, variirt, der sehr verschiedenartigen Lebensweise entsprechend, in hohem Grade.

In den meisten Punkten des Baues stehen die Beutelthiere den placentalen Säugethieren näher als den Kloakenthieren: Zitzen sind vorhanden, das Coracoid ist rudimentär, Vorderbrustbein fehlt, der Schneckengang ist spiralig gewunden, das Verhältniss des Penis ist wesentlich das gleiche wie bei den placentalen Säugethieren, die Hoden treten in einen Hodensack hinab, die Furchung des sehr kleinen Eies ist total, etc.

Die meisten Beutelthiere der Jetztzeit leben in Neu-Holland[1]) und auf einem Theil der anliegenden Inseln, nur die Beutelratten leben in Amerika. Dagegen waren Beutelthiere in früheren Perioden auch in den anderen Welttheilen vorhanden.

---

1) Die unten aufgeführten Formen, bei welchen keine besondere Bemerkung gemacht ist, leben in Neu-Holland (einige derselben ausserdem auf Neu-Guinea, Tasmanien etc.).

Wenigstens 3 kleine, gleichgebildete Schneidezähne jederseits im Unterkiefer. Der Eckzahn grösser als die Schneidezähne.	Beutelratten-Gruppe	Keine Zehen der Hinterbeine mit einander verwachsen.
	Beuteldachs-Gruppe	Die Zehen Nr. 2 und 3 dünner als Nr. 4 und 5 und mit einander verwachsen.
Nur 1 grosser Schneidezahn in jeder Unterkiefer-Hälfte. — Der Eckzahn klein oder fehlt.	Känguru-Gruppe	

1. Die Beutelratten-Gruppe (*Polyprotodontia*). Jederseits 4—5 Vorderzähne im Zwischenkiefer, 3—4 im Unterkiefer. Wohlentwickelte kegelförmige Eckzähne. Backenzähne mit Spitzen oder Höckern. Nr. 2 und 3 der Zehen der Hinterfüsse sind Nr. 4 und 5 ähnlich und nicht verwachsen.

a) Die Beutelratten (*Didelphyidae*) haben an den Hinterfüssen einen wohlentwickelten, aber krallenlosen Daumen (Nr. 1), welcher den übrigen Zehen entgegengestellt werden kann. $i\,\frac{5}{4}$, $c\,\frac{1}{1}$, $b\,\frac{7}{7}$. Langer, fast nackter, beschuppter Greifschwanz. Der Beutel ist bei einigen wohlentwickelt, bei anderen ist er rudimentär oder fehlt. Ernähren sich besonders von Insekten. Kleinere Thiere, welche ausschliesslich in Amerika, besonders in Südamerika, leben.

b) Die Beutelmarder (*Dasyuridae*). Daumen des Hinterfusses rudimentär oder fehlt. $i\,\frac{4}{3}$. Schwanz nicht als Greifwerkzeug entwickelt. Raubthiere oder Insektenfresser. Hierher die eigentlichen Beutelmarder (*Dasyurus*) und der hochbeinige, wolfähnliche Beutelwolf (*Thylacinus*); letzterer ausschliesslich in Tasmanien. Ferner der kleine, eichhörnchenartige Ameisenbeutler (*Myrmecobius*), mit $\frac{9}{9}$ kleinen schwachen Backenzähnen und mit langer, glatter, vorstreckbarer Zunge (Ameisenfresser).

2. Die Beuteldachse (*Peramelina*) sind der vorigen Gruppe in den Verhältnissen der Zähne ähnlich, während sie mit der folgenden in den Charakteren der Hinterfüsse übereinstimmen, indem die 2. und 3. Zehe dünner und in eine gemeinsame Haut eingeschlossen sind; Hinterdaumen fehlt oder ist rudimentär. $i\,\frac{5}{3}$. Während bei den übrigen Beutelthieren die Vordergliedmaassen je 5 wohlentwickelte Finger besitzen, sind bei der einen der beiden Beuteldachs-Gattungen (*Perameles*) der 1. und 5. Finger stark rückgebildet und krallenlos, bei der anderen (*Choeropus*) fehlen sie sogar, und No. 4 ist ausserdem noch rudimentär geworden. Bei *Perameles* ist am Hinterfuss ein Daumen-Rudiment vorhanden, Nr. 4 ist die am stärksten entwickelte Zehe; bei *Choeropus* (Fig. 403 *C*) fehlt das Daumen-Rudiment, und No. 2, 3 und 5 sind ungemein dünn, fast rudimentär.

3. Die Känguru-Gruppe (*Diprotodontia*). In der Regel 3 Vorderzähne im Oberkiefer, 1 im Unterkiefer. Keine oder kleine Eckzähne. Backenzähne mit gröberen Zacken oder Querhügeln. Von den Zehen des Hinterfusses sind Nr. 2 und 3 schwächer als Nr. 4 und 5 und von einer gemeinsamen Haut umschlossen (Syndactylie). Pflanzenfresser.

a) Die Kletterbeutler (*Phalangistidae*). Die Hintergliedmaassen wenig länger als die Vordergliedmaassen, Hinterdaumen wohlentwickelt, krallenlos, kann den übrigen Zehen entgegengestellt

werden (Fig. 403 *A*). $i\ \frac{3}{1}$. Kletternde Thiere. Hierzu gehören: Die K u s u ' s (*Phalangista*) mit langem Greifschwanz; die F l u g b e u t l e r (*Petaurus*) mit einer zwischen Vorder- und Hintergliedmaassen ausgespannten grossen Hautfalte; der K o a l a oder a u s t r a l i s c h e B ä r

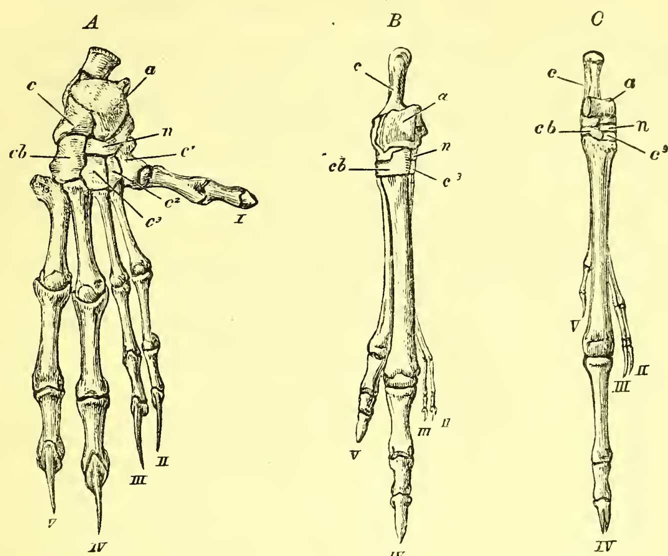


Fig. 403. Rechter H i n t e r f u s s : *A* von *Phalangista*, *B* vom K ä n g u r u , *C* von *Choeropus*. *a* Sprungbein, *c* Fersenbein, *n* Centrale (Naviculare), c^1—c^3 Cuneiforme (Tarsale) Nr. 1—3, *cb* Cuboideum (= Tarsale 4 + 5); *I*—*V* erste—fünfte Zehe. — Nach Flower.

(*Phascolarctos*), ein plumpes, schwanzloses Geschöpf, bei welchem die Finger ähnlich wie bei den Chamäleonen in zwei Bündel getheilt sind (Nr. 1—2 können Nr. 3—5 entgegengestellt werden); der kleine, abweichende insektenfressende *Tarsipes* mit langer, vorstreckbarer Zunge, wenigen rudimentären Backenzähnen ($\frac{4}{3}$) und rudimentären Krallen an allen Fingern und Zehen mit Ausnahme der 2. und 3. Zehe des Hinterfusses.

b) Die K ä n g u r u ' s (*Macropodidae*). Hintergliedmaassen sehr lange Springbeine, Hinterdaumen fehlt, Zehen 2—3 sehr dünn, 4—5 stark (Fig. 403 *B*); Vordergliedmaassen klein. Schwanz sehr kräftig, als Stütze beim Sitzen benutzt. $i\ \frac{3}{1}$. Grössere und kleinere Formen (*Halmaturus, Hypsiprymnus* u. a.) auf Neu-Holland und mehreren Inseln.

c) Die W o m b a t ' s (*Phascolomys*) zeichnen sich dadurch aus, dass sie jederseits oben und unten nur einen Vorderzahn haben (ähnlich wie die Nager). Alle Zähne wurzellos. Nr. 2 und 3 an den Hinterfüssen nur wenig schwächer als die übrigen Zehen. Schwanz sehr kurz. Plumpe Nachtthiere.

A n m e r k. Zu den Beutelthieren gehört auch das kürzlich entdeckte australische Säugethier *Notoryctes typhlops*, welches eine änliche Lebensweise wie der Maulwurf führt. Am Vorderfuss tragen der 3. und 4. Finger mächtige, zusammengedrückte Grabkrallen (die übrigen Krallen sind kleiner); oben auf der Schnauze ist eine feste Hornplatte entwickelt (der Kopf wird beim Graben verwendet); die Augen sind rudimentär,

äussere Ohren fehlen. An den Hinterfüssen sind an allen fünf Zehen Krallen entwickelt, während bei anderen Beutelthieren die erste Zehe, wenn vorhanden, stets krallenlos ist. $i\ \frac{3}{2}$.

3. Ordnung. **Insektenfresser** (*Insectivora*).

Die Insektenfresser sind kleine, kurzbeinige, placentale Säugethiere, deren Schnauze mehr oder weniger rüsselartig verlängert ist und welche mit mehrspitzigen, hinteren Backenzähnen versehen sind (die vorderen Backenzähne sind meistens klein und einspitzig). Die Insektenfresser treten in der Regel mit dem ganzen Fuss auf (Sohlengänger); der Fuss (Vorder- wie Hinterfuss) ist gewöhnlich mit 5 gleichgebildeten Zehen ausgestattet.

Die Eckzähne sind oft von geringer Grösse, einige der Schneidezähne häufig gross. Schlüsselbeine sind stets vorhanden. Augen und äussere Ohren häufig wenig entwickelt. Zitzen am Bauch.

Die Insektenfresser ernähren sich hauptsächlich von Insekten, Würmern u. dergl., seltener auch von Pflanzenstoffen. Sie fehlen gänzlich in Australien und Südamerika.

1. Die Igel (*Erinaceus*). Rückenseite mit Stacheln (sehr dicken, steifen Haaren), Unterseite mit gewöhnlichen, feineren oder gröberen Haaren; Füsse einfach; Schwanz kurz. Können sich zu einer Kugel zusammenrollen, indem Kopf, Gliedmaassen und Schwanz gegen die Bauchseite gebogen werden und die stachelige Rückenhaut mittels der grossen Hautmuskeln über dieselben hinabgezogen wird. Eckzähne fehlen; i^1 oben und unten grösser als die übrigen Schneidezähne; die Spitzen der Backenzähne weniger spitz als bei anderen Insektenfressern; im Ganzen 10 Zähne oben, 8 unten auf jeder Seite. Fast durch ganz Europa verbreitet ist der gemeine Igel (*E. europaeus*), welcher sowohl von thierischer als von pflanzlicher Nahrung lebt; hält Winterschlaf.

2. Die Maulwürfe (*Talpa*). Die Vordergliedmaassen sind zu sehr kräftigen Grabwerkzeugen entwickelt; die Hand ist breit, mit langen, starken, fast geraden Krallen versehen und derartig gedreht, dass der (durch einen eigenthümlichen sichelförmigen Knochen gestützte) innere Rand nach unten, die Handfläche nach aussen gekehrt ist. Das Schlüsselbein ausserordentlich kurz und kräftig, der vordere Theil des Brustbeins mit einem Kamm. Augen rudimentär, äussere Ohren fehlen, Schwanz kurz, Behaarung weich. Zahnformel vollständig: $\frac{1\,1}{1\,1}$; Eckzahn des Unterkiefers den Schneidezähnen, welche klein und einfach sind, ähnlich (Fig. 393). Leben ausschliesslich von thierischer Nahrung, besonders Regenwürmern. In Deutschland der gemeine Maulwurf (*T. europaea*). — Eine andere Gruppe grabender Insektenfresser bilden die Goldmaulwürfe (*Chrysochloris*). Es sind dies blinde, grabende Thiere mit sammetweichem Pelz, bei denen die Kralle und das Krallenglied des zweiten und besonders des dritten Fingers ungemein kräftig entwickelt, der 1. und 4. Finger klein sind (der 5. Finger fehlt); die Hand ist nicht gedreht. Südafrika.

3. Die Spitzmäuse (*Soricidae*) sind kleine Insektenfresser mit langem Schwanz, spitzem Rüssel, einfach gebauten Füssen und weicher Behaarung. Von Schneidezähnen findet sich in jeder Unterkieferhälfte nur einer, welcher sehr gross und nach vorn gerichtet ist; dieselbe Ausbildung zeigt auch der vorderste obere Schneidezahn; Eckzähne klein. Die Zahnspitzen sind bei manchen rothbraun. Die Spitzmäuse, welche

sich von Insekten und Würmern ernähren, sind in Deutschland durch folgende Arten vertreten: die Waldspitzmaus (*Sorex vulgaris*), die Zwergspitzmaus (*S. pygmaeus*), die Wasserspitzmaus (*Crossopus fodiens*), die Hausspitzmaus (*Crocidura aranea*) und die Feldspitzmaus (*C. leucodon*); von diesen haben die beiden letzten weisse, die übrigen braunspitzige Zähne.

4. Von ausländischen Insektenfressern führen wir ausser den Goldmaulwürfen noch folgende an: Die Bisamrüssler (*Myogale*) sind Wasserthiere, die Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden; Rüssel lang; Schwanz lang, beschuppt, mit Moschusdrüsen; eine grössere Art, der Desman (*M. moschata*), mit zusammengedrücktem Schwanz, in Südrussland; eine andere, kleinere Art (*M. pyrenaica*) mit rundem Schwanz, in den Pyrenäen. — Die Rohrrüssler (*Macroscelides*) sind springende Thiere mit verlängertem Mittelfuss, langem Rüssel, grossen Ohren; Afrika. — Die Spitzhörnchen (*Cladobates*) mit kräftigem Schwanz, welcher mit langen, nach beiden Seiten gerichteten Haaren versehen ist; eichhörnchenartige Thiere, welche auf Bäumen leben; Afrika. — Eine in manchen Beziehungen abweichende Form ist der Kaguang (*Galeopithecus volans*), welcher eine grosse, behaarte, zwischen Vordergliedmaassen, Rumpf und Hintergliedmaassen ausgespannte Hautfalte besitzt (Fallschirm); die Vorderzähne des Unterkiefers mit kammartig zerschlitzter Krone. Das Thier, welches etwa die Grösse einer Katze hat, ernährt sich von Pflanzen und lebt auf den Sundainseln, den Molucken und Philippinen.

Anmerkung. An dieser Stelle erwähnen wir die Gattung **Hyrax** (Klippschliefer, Daman), welche in früherer Zeit meistens den Hufthieren zugerechnet wurde, uns aber eher mit den Insectivoren verwandt erscheint; ihre systematische Stellung ist übrigens noch eine sehr zweifelhafte. Die wenigen Arten der Gattung sind kleinere, nagerähnliche, weichbehaarte Thiere mit spitzer Schnauze, ganz kurzem Schwanz, mittelhohen Beinen; am Vorderfusse sind 4 wohlentwickelte Finger vorhanden (der Daumen ist rudimentär), der Hinterfuss ist nur dreizehig; Finger und Zehen sind (mit Ausnahme der inneren Zehe des Hinterfusses, welche eine Kralle trägt) mit platten Nägeln versehen (keine Hufe); ein grosser weicher Sohlenballen. $\frac{2}{2}\,i, \frac{0}{0}\,c, \frac{4}{4}\,p, \frac{3}{3}\,m$; die Kaufläche der Backenzähne ist derjenigen der Nashörner sehr ähnlich; der innere Schneidezahn gross, so dass die Bezahnung etwas nagerähnlich wird. Pflanzenfresser; Afrika, Westasien.

4. Ordnung. **Fledermäuse** (*Chiroptera*).

Die hervorragendste Eigenthümlichkeit der Fledermäuse liegt in der eigenartigen Ausbildung der Vordergliedmaassen. Der 2.—5. Mittelhandknochen und die entsprechenden Finger sind sehr verlängert, und zwischen denselben ist eine Flughaut ausgespannt, eine dünne, nackte [1]) Hautfalte, welche sich auch vom 5. Finger längs des Ober- und Unterarmes an den Rumpf und die Hintergliedmaassen erstreckt; vorn im Winkel zwischen Ober- und Unterarm ist ebenfalls eine Hautfalte ausgespannt, und eine solche ist ferner häufig zwischen Hintergliedmaassen und Schwanz vorhanden. Die Hinterfüsse und der kurze

1) Absolut nackt ist die Flughaut jedoch nicht, denn es finden sich auf derselben zerstreute sehr feine Haare.

Daumen der Vordergliedmaassen sind frei. Von den Fingern sind Nr. 3—5 immer krallenlos; bei den Klein-Fledermäusen fehlt auch die Kralle des 2. Fingers; dagegen besitzen der Daumen und die 5 Zehen der Hinterfüsse gebogene Krallen. An den krallenlosen Fingern fehlt das äusserste Fingerglied. Ausser der Mittelhand und den Fingern sind auch Ober- und Unterarm, wenn auch in verhältnissmässig geringerem Grade, verlängert. Die Hinterbeine sind in einer eigenthümlichen Weise nach aussen gedreht; sie sind dünn und schwach; von der Ferse entspringt oft ein langer, dünner Knochen oder Knorpel, der Sporn, welcher im Rande der zwischen den Hintergliedmaassen ausgespannten Haut liegt. Die Flughaut kann regenschirmartig zusammengefaltet und dem Rumpf angelegt werden. Das Schlüsselbein ist lang und kräftig, der vordere Theil des Brustbeins mit einem Längskamm versehen. — Die Zitzen, 1—2 Paare, sind brustständig [1]).

Die Fledermäuse sind Abend- oder Nachtthiere. Sie bewegen sich nur gut im Fluge, kriechen dagegen schwerfällig mittels der Hintergliedmaassen und des Vorderdaumens. Wenn sie ruhen, sind sie an den Hinterfüssen aufgehängt.

1. Die Gross-Fledermäuse (*Megachiroptera*: Gatt. *Pteropus*, fliegender Hund, u. a.) besitzen sowohl am 1. wie am 2. Finger eine Kralle. Kopf länglich, Backenzähne mit zwei Längskämmen. Aeusseres Ohr einfach. Ernähren sich besonders von Früchten. Grössere Formen, welche die wärmeren Gegenden der alten Welt und Australien bewohnen.

2. Die Klein-Fledermäuse (*Microchiroptera*). Keine Kralle am 2. Finger. Kopf kurz, Backenzähne mit mehreren Spitzen (ähnlich denen der Insektenfresser). Ausseres Ohr mit einem Lappen (Ohrdeckel), welcher den Eingang in den äusseren Gehörgang mehr oder weniger überdeckt. Sie ernähren sich besonders von Insekten, welche sie im Fluge fangen; sie entdecken dieselben besonders durch das Hautgefühl, namentlich der Flughaut, der zuweilen sehr grossen äusseren Ohren und der häufig am Kopfe vorhandenen eigenthümlichen Auswüchse (Nasenaufsätze). Einzelne in Südamerika lebende Formen (Vampire, *Desmodus*) saugen das Blut lebendiger Säugethiere. Sehr artenreiche, über die ganze Erde verbreitete, besonders in den Tropen reich vertretene Abtheilung; meistens kleine Formen. In Deutschland lebt eine ziemlich grosse Anzahl verschiedener Formen: *Vespertilio*, mit $\frac{6}{6}$ *b* und grossem Ohrdeckel, *Vesperugo*, mit $\frac{4-5}{5}$ *b* und kurzem Ohrdeckel, beide in mehreren Arten vertreten; *Plecotus auritus* (langohrige Fledermaus) mit colossal verlängerten Ohren, welche durch eine quer über den Kopf verlaufende Hautfalte verbunden sind, und mit grossem Ohrdeckel ($\frac{5}{6}$ *b*); *Rhinolophus* (Hufeisennasen) mit complicirtem Nasenaufsatz (während die übrigen deutschen Fledermäuse eines solchen entbehren). Die deutschen Arten verfallen, ebenso wie die Fledermäuse anderer Länder mit ähnlichem Klima, in einen Winterschlaf, den sie in hohlen Bäumen etc. hängend durchmachen.

---

1) Manche einheimische Fledermäuse zeigen das merkwürdige Verhalten, dass die Begattung im Herbst, die Befruchtung der Eier aber erst im folgenden Frühling stattfindet; der Samen wird während des Winterschlafes im Uterus des Weibchens aufbewahrt.

5. Ordnung. **Hufthiere** (*Ungulata*).

Die Gliedmaassen sind verlängert, speciell zum Gang oder Lauf entwickelt, der Rumpf hoch über die Erde erhoben. Der Mittelfuss (die Mittelhand) ist gewöhnlich von beträchtlicher Länge; die Zehen (Finger) sind mehr oder weniger vollständig in eine gemeinsame Haut eingeschlossen (das Endglied jedoch ausgenommen); in der Regel tritt das Thier nur mit dem äussersten Zehenglied, besonders mit dem dasselbe umgebenden Huf oder der Klaue (S. 511), auf, der übrige Fuss berührt den Boden nicht, sondern trägt zur Verlängerung der Gliedmaasse bei. Der Daumen und der entsprechende Mittelhand-(fuss)knochen fehlt bei allen jetztlebenden Hufthieren an allen vier Gliedmaassen. Schlüsselbeine fehlen ebenfalls stets. Pflanzenfressende Thiere, gewöhnlich von ansehnlicher Grösse, mit gefalteten oder höckerigen Backenzähnen und in der Regel mit einem Blinddarm von beträchtlicher Grösse.

1. Unterordnung. **Unpaarzeher** (*Perissodactyla*).

Die Zehe (der Finger) Nr. 3 ist (an allen vier Gliedmaassen) fast symmetrisch, kräftiger als die übrigen, die Mittelebene des Fusses geht durch die Mitte derselben. Nr. 5 fehlt gewöhnlich. Der Oberschenkelknochen mit einem Fortsatz am Aussenrande, welcher bei den Paarzehern fehlt (*Trochanter tertius*). Das Sprungbein (*Astragalus*) am unteren Ende mit einer grossen, platten Gelenkfläche für das Naviculare (Centrale) und einer kleinen für das Cuboideum (= Tarsale 4 + 5). Die Unterkieferäste mit einander verschmolzen. Die Backenzähne sind gefaltet, mit Ausnahme von p^1 von ungefähr gleicher Grösse. Magen einfach, Blinddarm colossal entwickelt. Placenta diffus[1]).

1. Die Tapire (*Tapirus*). Vorderfuss mit vier Zehen (Nr. 2, 3, 4, 5), Hinterfuss mit drei (Nr. 2, 3, 4); Nr. 2 ist nicht viel stärker als 2 und 4. Zehengänger. $\frac{3}{3}\,i$, $\frac{1}{1}\,c$, $\frac{4}{3}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$; die Backenzähne mit je zwei Querkämmen. Die Schnauze ist in einen kurzen Rüssel verlängert; die Haut ist wohlbehaart. Eine Art in Ostindien, andere in Südamerika. — Mit den Tapiren ziemlich nahe verwandt ist die ausgestorbene (eocäne) Gattung *Palaeotherium*, bei welcher jedoch nur drei Vorderzehen vorhanden und deren Backenzähne denen der Nashörner ähnlicher sind.

2. Die Nashörner (*Rhinoceros*). Vorder- wie Hinterfuss symmetrisch, dreizehig, Mittelzehe (Nr. 3) etwas stärker als die beiden anderen (Nr. 2 und 4). Zehengänger. $\frac{2-0}{2-0}\,i$, $\frac{0}{0}\,c$, $\frac{4}{4}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$; Schneidezähne mehr oder weniger rückgebildet, keine Eckzähne, starke, gefaltete Backenzähne. Vorn an der Oberseite des Kopfes in der Mittellinie ein oder zwei aus Hornmasse bestehende Hörner (vergl. S. 513). Die Haut ist dick, unbiegsam, sehr spärlich behaart; die Oberlippe sehr beweglich. Ausschliesslich in den wärmeren Theilen von Afrika und Asien. In Afrika leben zwei Arten mit glatter Haut und mit zwei Hörnern (*Rh. bicornis* und *simus*); in Asien sowohl eine zweihörnige Art als auch einhörnige Arten mit grossen tiefen Hautfalten (*Rh. unicornis* etc.). — Das wollhaarige Nashorn (*Rh. tichorinus*), mit verknöcherter Nasenscheidewand, zwei

---

1) Gallenblase fehlt. Zwei Zitzen, welche zwischen den Hinterbeinen liegen. Wenigstens 22 Brust-Lendenwirbel.

Hörnern, reichlicher Behaarung, lebte während der quaternären Formation in Mitteleuropa und Sibirien mit dem Mammuth zusammen.

3. Die Pferdefamilie (*Equidae*) ist ausgezeichnet durch die überwiegende Entwicklung der Mittelzehe (Nr. 3) im Vergleich mit den

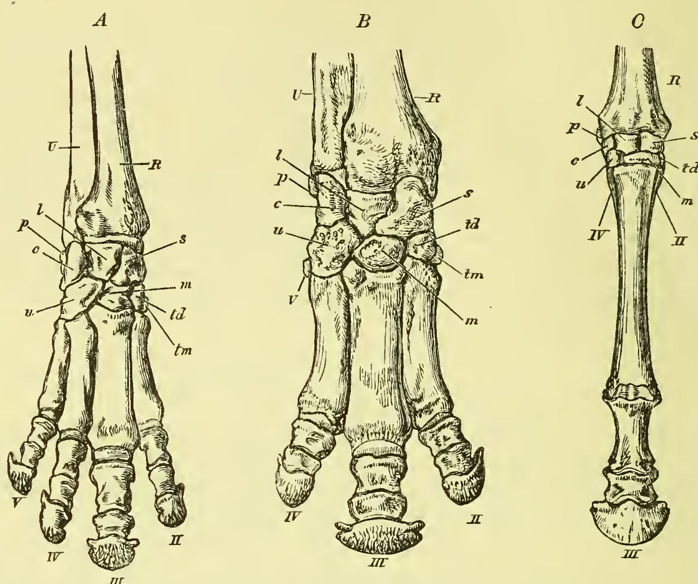


Fig. 404. Hand (Vorderfuss) von: *A* Tapir, *B* Nashorn, *C* Pferd. *R* Radius, *U* Ulna; *s*, *l*, *c* die erste Reihe der Handwurzelknochen (Naviculare, Lunatum, Triquetrum); *p* Erbsenbein; *tm*, *td*, *m*, *u* die zweite Reihe der Handwurzelknochen (Multangulum majus, M. minus, Capitatum, Hamatum); *II*—*V* zweiter—fünfter Finger (in *B* ist *V* der rudimentäre fünfte Mittelhandknochen, in *C* bezeichnet *II* und *IV* den zweiten und vierten Mittelhandknochen). — Nach Flower.

Seitenzehen und durch die bedeutende Länge des Mittelfusses. Vorder- und Hinterfuss gleichartig gebildet. Hufgänger. Vollständige Zahnformel: $\frac{3}{3}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*. Ein vollständiger Knochenring um das Auge herum (d. h.: ein Fortsatz des Stirnbeins vereinigt sich mit einem Fortsatz des Jochbogens hinter dem Auge).

a) Die jetzt lebenden Pferde gehören alle der Gattung *Equus* an. Bei ihnen fehlen die 2. und 4. Zehe ganz, so dass alle vier Füsse nur einzehig sind; die Zehe Nr. 3 ist ebenso wie der entsprechende Mittelfussknochen ausserordentlich kräftig entwickelt. 2. und 4. Mittelfussknochen sind als dünne, längliche Knochen (Griffelbeine) an den Seiten des grossen Mittelfussknochens vorhanden. Die Thiere treten nur mit dem das äusserste Zehenglied umgebenden Huf auf, welcher hinten den sehr kleinen Sohlenballen umschliesst (vergl. S. 512, Fig. 382 *D*). Die Schneidezähne zeichnen sich durch den Besitz einer grossen, mit Cement theilweise erfüllten Vertiefung aus (der Bohne); die Eckzähne beim ♂ wohlentwickelt, beim ♀ rudimentär; p^1 ist sowohl im Ober- als im Unterkiefer angelegt, kommt aber in der Regel nur im Oberkiefer zur Ausbildung, ist auch dort rudimentär und fällt meistens früh aus (Wolfszahn); die übrigen Backenzähne sind in beiden Kiefern ungefähr von gleicher Grösse (im Oberkiefer breiter als im Unterkiefer), besitzen eine sehr lange Krone und kurze Wurzeln; die Kronen sind mit Falten

und Vertiefungen ausgestattet, die sich bis an die Wurzeln erstrecken und mit Cement erfüllt sind, welches an den Backenzähnen der Pferde ausserordentlich stark ausgebildet ist und als eine dicke Schicht die Krone umgiebt; am Zahn entsteht sehr bald, nachdem er in Gebrauch getreten ist, eine Kaufläche mit Schmelzstreifen, und allmählich wird die Krone durch die Abnutzung weggeschliffen, so dass sie bei alten Pferden ganz kurz wird. Im Gegensatz zum Verhalten der Tapire und Nashörner ist der untere Theil der Ulna und des Wadenbeins sehr schwach, theilweise sogar durch ein Band vertreten. Hierzu gehören: die Zebra's (*E. zebra, quagga, Burchelli* u. a.), mit dunklen Querstreifen, kleinem Huf, Kuhschwanz, in Südafrika. Der Esel (*E. asinus*) mit einem schwarzen Streifen längs der Rückenmitte und einem ähnlichen quer über den Schultern, kleinem Huf, Kuhschwanz, wild in Nordafrika; ein paar verwandte Formen (*E. hemionus*, Dschiggetai, und *E. onager*, Kulan, in Asien). Das Pferd (*E. caballus*) ist in der Regel grösser als die vorigen, mit grösseren Hufen, Schwanz vom Grunde an mit langen Haaren; „Kastanien" (nackte, hornige Hautstellen) an den Vorder- wie an den Hinterbeinen (bei den übrigen nur an den Vorderbeinen); Heimath nicht sicher festgestellt.

b) Von den ausgestorbenen Pferden gehören einige aus der quaternären und pliocänen Formation ebenfalls zu *Equus*, welcher damals nicht allein in der alten Welt, sondern auch in Nord- und Südamerika vertreten war. — Andere pliocäne Pferde gehören zur Gattung

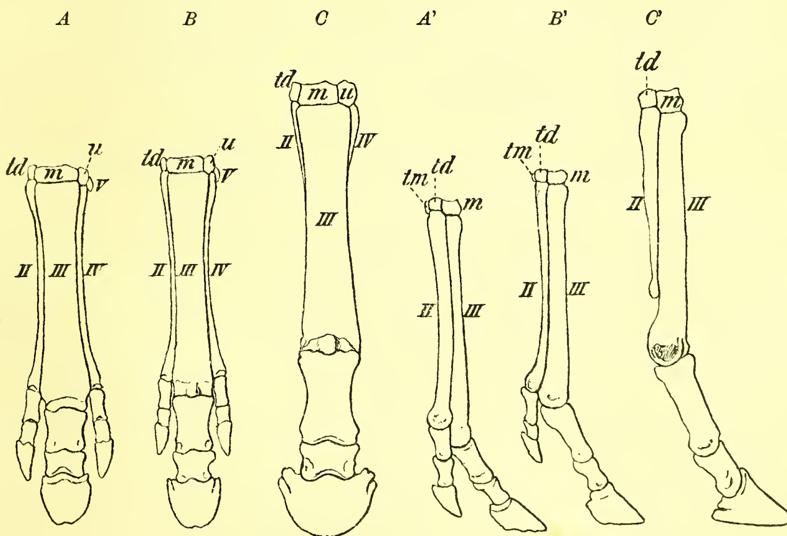


Fig. 405. Linker Vorderfuss von *Anchitherium* (*A*, *A'*), *Hipparion* (*B*, *B'*) Pferd (*C*, *C'*), von vorn und von der inneren Seite. Alle in gleicher Verkleinerung (ungef. $\frac{1}{7}$). *tm* Multangulum majus, *td* M. minus, *m* Capitatum, *u* Hamatum *II*, *III*, *IV*, zweiter—vierter Mittelhandknochen, *V* rudimentärer fünfter Mtttelhandknochen. — Nach Gaudry.

Hipparion, einer kleineren Pferdeform, welche in den meisten Charakteren mit Equus übereinstimmt, aber dadurch abweicht, dass die Zehen Nr. 2 und 4 an allen vier Gliedmaassen vorhanden sind, wenn auch nur als schwach entwickelte „Nebenzehen", welche während des Ganges die Erde

nicht berührten [1]); ausser in der pliocänen lebten Hipparionarten in der jüngeren miocänen Formation. — Bedeutend mehr von Equus abweichend ist die Gatt. *Anchitherium* mit denselben Zehen wie Hipparion, von welcher aber Nr. 2 und 4 beträchtlich stärker als bei diesem sind, wenn auch bedeutend schwächer als Nr. 3; die Kronen der Backenzähne weit kürzer als bei Equus, die Faltenbildung an denselben mehr derjenigen bei den Nashörnern (oder Palaeotherium) ähnlich, das Cement nur wenig entwickelt; die Wolfszähne (p^1) stärker und auch im Unterkiefer vorhanden; die Vorderzähne ohne Bohne; die Ulna und das Wadenbein besser als bei Equus entwickelt. Die Gattung Anchitherium, welche in der älteren Miocänzeit lebte, nähert sich schon sehr den oben genannten eocänen Palaeotherien.

2. Unterordnung. **Paarzeher** (*Artiodactyla*).

Die Zehen Nr. 3 und 4 (sowohl am Vorder- als am Hinterfuss) sind jede für sich asymmetrisch, aber einander spiegelbildlich gleich; die Mittelebene des Fusses geht zwischen diesen beiden Zehen durch. Nr. 3 und 5 sind kleiner, berühren in der Regel die Erde während des Ganges nicht und sitzen etwas hinter den anderen; oft sind sie sogar rudimentär oder fehlen. Dem Oberschenkelbein fehlt der Fortsatz am äusseren Rand (*Trochanter tertius*). Beide Gelenkflächen am unteren Ende des Sprungbeins (*Astragalus*), für Naviculare resp. Cuboideum, sind ungefähr von gleicher Grösse und beide in der Richtung von vorn nach hinten stark gewölbt. Der Magen ist mehr oder weniger complicirt, Blinddarm kleiner als bei den Unpaarzehern. Backenzähne gefaltet oder höckerig, die Prämolaren schmäler als die Molaren [2]).

1. Gruppe. **Schweine-Gruppe** (*Non-Ruminantia*).

Vorderzähne des Zwischenkiefers wohl entwickelt. Mittelfuss-(hand)knochen Nr. 3 und 4 fast immer getrennt, Zehen Nr. 2 und 5 und die entsprechenden Mittelfussknochen in der Regel verhältnissmässig wohl entwickelt. Ulna und Wadenbein kräftig ausgebildet. Unterkieferäste verschmolzen. Magen weniger complicirt als bei den Wiederkäuern, bei einigen Formen der Gruppe (z. B. dem gewöhnlichen Schwein) ziemlich einfach, bei anderen (z. B. Flusspferd) mit bestimmterer Andeutung einer Sonderung in mehrere Abschnitte; es findet kein Wiederkauen statt. Zitzen oft über die ganze Bauchseite. Placenta diffus.

1. Die Schweinefamilie (*Suidae*). Die Gliedmaassen schlank, die Zehen 2 und 5 bedeutend kürzer als 3 und 4, sitzen etwas hinter diesen und berühren gewöhnlich die Erde während des Ganges nicht. Sohlenballen klein, weich. Backenzähne höckerig. Ein kurzer Rüssel vorhanden. Haut mit Haaren bekleidet.

a) Die Schweinegattung (*Sus*) ist in verschiedenen Arten über die alte Welt verbreitet. $\frac{3}{3}\ i,\ \frac{1}{1}\ c,\ \frac{4}{4}\ p,\ \frac{3}{3}\ m$; die Schneidezähne

---

1) Ein ganz rudimentärer Mittelhandknochen No. 5 ist vorhanden (Fig. 405 *B*); derselbe kann auch beim Pferd entwickelt sein.

2) Gallenblase in der Regel vorhanden. Die Anzahl der Rücken-Lendenwirbel kleiner als 22 (selten grösser als 19).

des Unterkiefers nach vorn, die des Zwischenkiefers nach unten gerichtet; der Eckzahn des Oberkiefers nach aussen und oben gedreht, der entsprechende des Unterkiefers stark gebogen (die des Männchens sind wurzellos, stärker als die des Weibchens); die Prämolaren sind zusammengedrückt, die Molaren mit breiter höckeriger Kaufläche. Hierzu

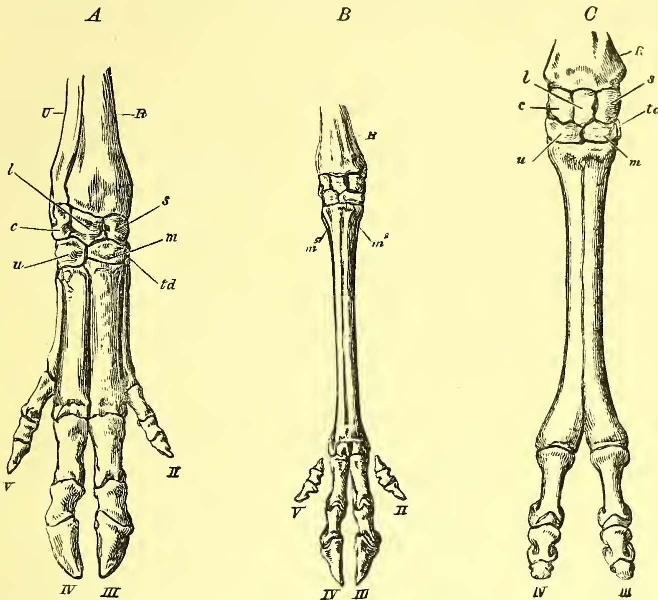


Fig. 406. Hand (Vorderfuss) von: *A* Schwein, *B* Edelhirsch, *C* Kameel. *R* Radius, *U* Ulna; *s* Naviculare, *l* Lunatum, *c* Triquetrum; *td* Multangulum minus, *m* Capitatum, *u* Hamatum; m^2 und m^5 zweiter und fünfter (rudimentärer) Mittelhandknochen; *II—V* zweiter—fünfter Finger. — Nach Flower.

gehört das europäische Wildschwein (*Sus scrofa*), von welchem die alte Rasse des nordeuropäischen Hausschweines abstammt; die meisten jetzigen deutschen Hausschweine sind Bastarde des letzteren und des indochinesischen Hausschweines, welches von einer oder mehreren Arten asiatischer Wildschweine abstammt und in mehrfacher Beziehung (auch im Skelet) von der alten Rasse (und vom europäischen Wildschwein) abweicht.

b) Von anderen Schweineformen führen wir folgende an: Die Nabelschweine, Pekari's (*Dicotyles*), sind kleinere Schweine mit einer grossen Hautdrüse am Rücken (daher der Name „Nabelschwein"); die Zehe Nr. 5 an den Hintergliedmaassen fehlt; der Eckzahn im Oberkiefer nach unten gerichtet, keiner der Eckzähne von hervorragender Grösse; Südamerika. Beim Hirscheber (*Porcus babyrussa*) sind die Eckzähne des Oberkiefers nach oben gerichtet und stark gebogen; beim ♂ sind sie enorm verlängert; Celebes. Das Warzenschwein (*Phacochoerus*) zeichnet sich besonders durch die ausserordentliche Entwicklung des letzten Molars aus (dieser Zahn ist auch bei Sus der grösste unter den Backenzähnen); bei sehr alten Thieren ist er der einzige übrig bleibende Backenzahn; Eckzähne ungefähr wie bei Sus; Südafrika.

2. Die Flusspferdfamilie (*Hippopotamidae*) sind Thiere von stattlicher Grösse mit plumpen Gliedmaassen; die Zehen 2 und 5 sehr

kräftig; die Thiere treten mit allen vier Zehen auf (grosse Sohlenballen). Backenzähne höckerig-gefaltet. Vorder- und Eckzähne sehr kräftig. Kopf sehr gross, ohne Rüssel, mit sehr breiter Schnauzenpartie. Behaarung sehr spärlich. Nur ein paar jetztlebende Arten; die bekannteste ist das Fluss- oder Nilpferd (*Hippopotamus amphibius*), welches über einen grossen Theil von Afrika verbreitet ist; eine andere, kleinere Art (*Choeropsis liberiensis*), welche sich etwas der Schweinefamilie nähert, lebt in Westafrika.

3. Zur Schweinegruppe gehören zahlreiche ausgestorbene Formen, welche theils den jetztlebenden Schweinen und Flusspferden ähnlich sind, theils mehr oder weniger von denselben abweichen. Es finden sich z. B. verschiedene Formen, welche ähnliche Backenzähne wie die Wiederkäuer besitzen, während sie sonst im Ganzen der Schweinefamilie ziemlich nahe stehen; andere, wie die Anoplotherien der Eocän- und Miocänzeit, bieten durch ihren langen Hals und ihre langen Beine eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den Wiederkäuern dar, unterscheiden sich von diesen jedoch dadurch wesentlich, dass sie die vollständige Zahnformel ($\frac{1\,1}{1\,1}$) mit wohlentwickelten oberen Vorderzähnen besitzen, wie auch die Mittelfussknochen getrennt sind.

2. Gruppe. **Wiederkäuer** (*Ruminantia*).

Schneidezähne fehlen im Zwischenkiefer (oder es ist nur i^3 entwickelt); Eckzahn des Unterkiefers gewöhnlich (nicht bei den Kameelen) in der Form einem Schneidezahn ähnlich, so dass anscheinend 4 Schneidezähne in jeder Unterkieferhälfte vorhanden sind. Die Molaren, z. Th. auch die Prämolaren, mit je vier gebogenen Längskämmen, zwei äusseren und zwei inneren. An allen vier Gliedmaassen sind die Mittelfussknochen Nr. 3 und 4 fast immer zu einem einzigen langen Knochen verschmolzen, während Nr. 2 und 5 unvollständig sind oder fehlen [1]) (nur bei den Traguliden sind sie vollständig). Die Zehen Nr. 2 und 5 sind klein oder fehlen. Ueber die Bildung der Klauen vergl. S. 512 und Fig. 382 *E*. Ulna und Wadenbein schwach entwickelt; das untere Ende des letzteren ist vom übrigen abgetrennt und einem Fusswurzelknochen ähnlich. Unterkieferäste nur bei der Kameelfamilie verwachsen, sonst getrennt. Der Magen ist in mehrere Abtheilungen gesondert, und das Futter wird, nachdem es eine Zeit lang im Magen gewesen ist, wieder aufgebrochen und auf's Neue gekaut. In der Regel sind viele kleine Fruchtkuchen (Cotyledonen) vorhanden; die Kameele besitzen jedoch eine diffuse Placenta wie die Schweine und die Unpaarzeher. Zitzen zwischen den Hinterbeinen.

Bei der Mehrzahl der Wiederkäuer (Hohlhörnern, Hirschen, Giraffen) zerfällt der Magen in drei scharf gesonderte Abtheilungen. In die erste Abtheilung, welche wir als Vordermagen bezeichnen, mündet die Speiseröhre, von deren Oeffnung eine Rinne, die Schlundrinne, an der vorderen Seite des Vordermagens nach der Einmündung desselben in die zweite Hauptabtheilung des Magens (den Blättermagen) verläuft. Der Vordermagen, welcher eine bedeutende Grösse erreicht, ist mit mehreren Einbuchtungen versehen, von welchen eine besonders stark ist und den Vordermagen in zwei unvollständig gesonderte Unterabtheilungen

1) Die obersten Enden von Nr. 2 und 5 sind, wenigstens am Hinterfusse, resp. mit Nr. 3 und 4 verschmolzen, die übrigen Ueberreste derselben, wenn vorhanden, dagegen selbständige Knochenstückchen.

theilt, den grossen Pansen (*Rumen*) und die kleinere Haube (*Reticulum*); letztere ist innerlich mit hervortretenden, netzförmig verbundenen Falten versehen, erstere dagegen mit Papillen. Die zweite Hauptabtheilung des Magens, der Mittelmagen oder Blättermagen (*Psalterium* oder *Omasus*), ist innerlich mit zahlreichen grossen, blattförmigen Längsfalten ausgestattet, welche einander dicht anliegen und den grössten Theil seiner Höhlung ausfüllen. Der letzte Abschnitt, der Hintermagen oder Labmagen (*Abomasus*), ist ungefähr röhrenförmig. Vorder- und Mittelmagen sind mit einem mehrschichtigen Plattenepithel von derselben Beschaffenheit wie dasjenige der Speiseröhre und der Mundhöhle (= der Oberhaut) bekleidet und drüsenlos; dagegen ist der Hintermagen mit einem Cylinderepithel bekleidet und mit Drüsen versehen. Das abgebissene Futter wird, ohne viel gekaut zu sein, in der Mundhöhle zu grösseren Ballen geformt, passirt die Speiseröhre, welche sich während des Durchganges ausdehnt, und wird in den Vordermagen gepresst; hier unterliegt es einer Art Gährung oder Maceration und wird dann in kleineren Portionen wieder in die Mundhöhle aufgebrochen, wo es fein zerkaut wird, und mit Speichel gemischt geht es dann zum zweiten Mal, in dickflüssigem Zustande, durch die Speiseröhre, läuft aber jetzt durch die Schlundrinne, deren Ränder sich beim lebenden Thiere wahrscheinlich an einander legen, in den Mittelmagen hinein, von dessen Blättern ein Theil der Flüssigkeit aufgesogen wird, und zuletzt in den Hintermagen. Flüssige Nahrung scheint stets direct von der Speiseröhre durch die Schlundrinne in den Mittelmagen zu gelangen. — In der Kameelfamilie besteht der Magen aus denselben drei Hauptabtheilungen wie bei der Mehrzahl der Wiederkäuer, der Mittelmagen ist aber eine längere Röhre, welche nur mit niedrigen Längsfalten versehen und äusserlich nicht von dem kurzen Hintermagen getrennt ist; weiter ist der Mittelmagen mit Cylinderepithel und mit kurzen Drüsenschläuchen versehen [1]). Der Hintermagen

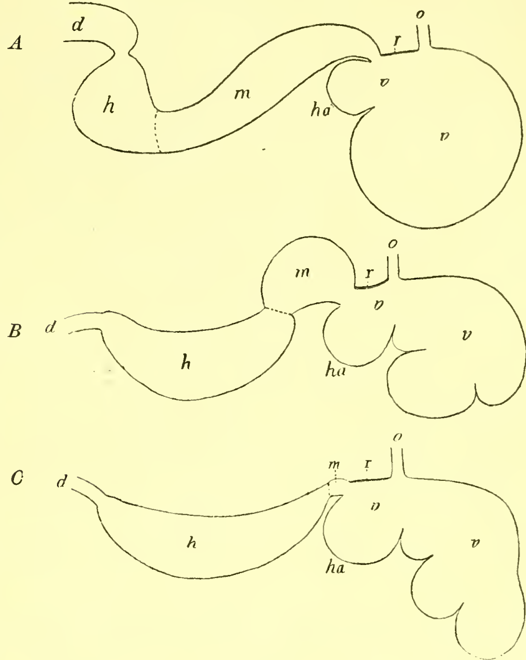


Fig. 407. Schematische Längsschnitte des Magens: *A* eines Kameels, *B* eines gewöhnlichen Wiederkäuers, *C* eines Traguliden. *d* Dünndarm, *h* Hintermagen, *ha* Haube (*ha'* Abschnitt des Vordermagens beim Kameel, welcher fälschlich mit der Haube der übrigen verglichen wird), *m* Mittelmagen, *o* Speiseröhre, *r* Schlundrinne, *v* Vordermagen. — Orig.

1) In dem Boden der „Wasserzellen" des Vordermagens (vergl. S. 554, Anm. 1) sind ebenfalls Cylinderepithel und kurze Drüschen vorhanden, sonst ist der Vordermagen mit mehrschichtigem Epithel bedeckt und drüsenlos.

ist mit langen, wohlentwickelten Drüsenschläuchen ausgestattet, und hierdurch tritt innerlich eine Abgrenzung des Mittel- und Hintermagens hervor, indem die Schleimhaut des letzteren von weit grösserer Dicke ist [1]). — Bei den Traguliden ist der Magen demjenigen der Mehrzahl der Wiederkäuer im Ganzen sehr ähnlich, der Vordermagen ist in dieselben Unterabtheilungen gesondert etc.; sie unterscheiden sich aber dadurch, dass der deutlich abgegrenzte Blättermagen rudimentär ist. Einen Uebergang zu diesem Verhalten vermitteln einige andere kleine Wiederkäuer, deren Blättermagen sehr kurz und wenig ausgebildet ist.

1. Die Kameelfamilie (*Camelidae*). Im Gegensatz zu anderen Wiederkäuern besitzen die Kameele den hintersten Schneidezahn, i^3, des Zwischenkiefers [2]); er ist eckzahnähnlich. Der Eckzahn des Unterkiefers hat (ebenso wie der des Oberkiefers) gewöhnliche Eckzahnform (kegelförmig). Der Magen ist abweichend (vergl. oben). Placenta diffus [3]). Hörner fehlen. An jedem Fuss nur zwei Zehen; Klauen klein, gebogen, grosser, weicher Sohlenballen hinter denselben (im Gegensatz zu allen anderen Wiederkäuern); die Kameele treten mit der ganzen Zehe auf. Die Kameelgattung (*Camelus*) besteht aus hochbeinigen Thieren mit einem Fettbuckel auf dem Rücken; Zahnformel: $\frac{i^3}{i^1\, i^2\, i^3}, \frac{c}{c}, \frac{p^1\, p^3\, p^4}{p^1 \quad p^4}, \frac{m^1\, m^2\, m^3}{m^1\, m^2\, m^3}$; p^1 in beiden Kiefern eckzahnähnlich, von den anderen Backenzähnen durch einen Zwischenraum getrennt. Beim baktrischen Kameel (*C. bactrianus*), in Asien, ist der Buckel in zwei, einen vorderen und einen hinteren, getheilt; beim Dromedar (*C. dromedarius*), in Afrika, Arabien, Persien etc., ist er einfach; diese beiden ausgeprägten Wüstenthiere sind nur in gezähmtem (und verwildertem) Zustand bekannt. Die Lama's (*Auchenia*) sind kleiner, ohne Buckel und ohne den eckzahnartigen Backenzahn (p^1); sie leben in mehreren Arten, gezähmt und wild, im westlichen Südamerika.

2. Die Giraffe (*Camelopardalis giraffa*) besitzt zwei behaarte, innerlich verknöcherte Auswüchse am Kopfe; sehr hochbeinig, Vorderbeine länger als die Hinterbeine, Hals lang. Afrika.

3. Die Hirsche (*Cervidae*) bilden eine grosse Abtheilung von in der Regel schlanken, dünnbeinigen, kurzschwänzigen Wiederkäuern, deren Männchen (selten auch die Weibchen) meist am Kopfe ein Geweih besitzen, welches in fertigem Zustande (über Bau und Entwicklung vergl. S. 513) ein Paar nackte Knochenfortsätze darstellt; am Grunde jeder Geweihstange eine ein wenig verbreiterte Partie, die Rose (oberhalb des untersten, stets mit Haut bekleideten Theiles, des Rosenstockes). Das erste Geweih, welches der junge Hirsch trägt, ist einfach, unverästelt und von geringer Grösse; die späteren werden grösser und gewöhnlich verästelt. $\frac{0}{3}\, i, \frac{1 \text{ od. } 0}{1}\, c, \frac{3}{3}\, p, \frac{3}{3}\, m$ [4]). In Deutschland leben folgende: das

1) Der Vordermagen der Kameele ist durch Einbuchtungen in mehrere Abtheilungen unvollkommen gesondert, die dadurch entstehenden Unterabtheilungen sind aber denen anderer Wiederkäuer nicht vergleichbar. — Einige Theile des Vordermagens sind bei den Kameelen mit hohen, netzförmig verbundenen Falten versehen, welche kleine, prismatische, bienenzellen-ähnliche Räume, die sog. „Wasserzellen" begrenzen.

2) In rudimentärem Zustand kann auch bisweilen i^2 vorhanden sein, und im Milchgebiss ist stets sowohl di^2 als di^3 entwickelt.

3) Blutkörperchen im Gegensatz zu denen aller anderen Säugethiere oval.

4) Im Oberkiefer kann ein Eckzahn (z. B. beim Edelhirsch) vorhanden sein, aber auch fehlen. Von den Zähnen der typischen Zahnformel fehlt, ausser den oberen Vorderzähnen, p^1 oben und unten.

Reh (*Cervus capreolus*), kleiner als die übrigen europäischen Hirsche, die Gehörnstangen des ausgebildeten Thieres selten mit mehr als drei Spitzen; der Edelhirsch (*C. elaphus*); der Damhirsch (*C. dama*), welcher aus den Mittelmeerländern stammt, aber schon vor mehreren Jahrhunderten in Deutschland eingeführt wurde; das Elenthier (*C. alces*), ein plumper, hochbeiniger Hirsch mit sehr breitem Geweih, innerhalb Deutschlands nur noch in Ostpreussen, im Alterthum durch ganz Norddeutschland verbreitet (jetzt in Russland, Skandinavien, Nordamerika). Das Renthier (*C. tarandus*), dessen Weibchen durch den Besitz eines kleinen Geweihes ausgezeichnet ist, lebt jetzt in den circumpolaren Ländern der nördlichen Halbkugel; Knochenreste aus quaternärer Zeit in Deutschland. Auch von dem gänzlich ausgestorbenen Riesenhirsch (*C. euryceros*), welcher durch sein kolossales Geweih ausgezeichnet war, findet man Ueberreste in Deutschland; in Irland soll dieses Thier bis ins Mittelalter gelebt haben. — Von den zahlreichen aussereuropäischen Hirschen ist der in Nordamerika lebende grosse Wapiti (*C. canadensis*) zu nennen, welcher daselbst den nahe verwandten Edelhirsch vertritt. Ferner das geweihlose Moschusthier (*Moschus moschiferus*), dessen Männchen im Oberkiefer sehr lange, aus dem Mund herausragende Eckzähne besitzt und hinten an der Bauchseite mit einem Hautbeutel versehen ist, in welchem der Moschus abgesondert wird; in Asien.

4. Die Traguliden (*Tragulidae*) sind eine kleine Gruppe geweih- und hörnerloser Wiederkäuer von geringer Grösse, welche in der äusseren Form manchen kleineren Hirschformen ähnlich sind und wirklich auch in den meisten Beziehungen der Hirschfamilie nahe stehen. Sie zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die Mittelfussknochen 3 und 4 (sowohl am Vorder- als am Hinterfuss) spät oder gar nicht verwachsen, und dass die Mittelfussknochen Nr. 2 und 5 vollständig sind. Der Blättermagen ist rudimentär (vergl. oben). Ostindische Inseln, Afrika.

5. Die Hohlhörner (*Cavicornia*) sind mit zwei Hörnern versehen, welche haarlos, äusserlich mit einer festen Hornschicht bedeckt, innerlich verknöchert sind (vergl. S. 513); meistens sind die Hörner in beiden Geschlechtern entwickelt, zuweilen sind sie bei den Weibchen rudimentär oder fehlen. $\frac{0}{3}\,i$, $\frac{0}{1}\,c$, $\frac{3}{3}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$; der fehlende Prämolar ist p^1.

a) Antilopen (*Antilopinae*) ist die gemeinsame Bezeichnung einer grossen Anzahl, meistens hirschähnlicher, häufig jedoch mehr rindähnlicher Wiederkäuer mit sehr verschiedener Hörnerform. Bei einigen fehlen die Hörner beim Weibchen. Steppenthiere, welche besonders in Afrika reich vertreten sind[1]).

b) Schafe (*Ovis*). Schnauze behaart, Hörner quergerunzelt, dick, kantig, oft stark gebogen, nach hinten und aussen gerichtet; eine Hauteinstülpung (Klauensack) zwischen den beiden grossen Zehen. Zwei Zitzen. Hierzu gehört das Hausschaf (*Ovis aries*), dessen Weibchen gewöhnlich rudimentäre oder keine Hörner besitzt; seine Abstammung ist unbekannt. Von wilden Schafarten mögen der Muflon (*O. musimon*), auf Corsica und Sardinien, und der Argali (*O. ammon*), in Mittelasien,

---

1) Zu den Antilopen rechnet man gewöhnlich die Gabelantilope (*Antilocapra americana*), welche dadurch merkwürdig ist, dass ihre Hörner, die beim erwachsenen Thier einen kleinen Ast besitzen, jährlich ihre Hornschicht abwerfen und erneuern. Wenn die Horndüte abgefallen ist, zeigt sich der Knochenzapfen von einer mit Haaren besetzten Haut bedeckt, nachher bildet sich eine dicke Hornlage, welche die Haare einschliessen. Bei Abwerfung der Hornschicht fallen gleichzeitig die mit derselben verklebten Haare aus. — Auf den Prärien des westlichen Nordamerikas.

angeführt werden ausserdem mehrere andere asiatische Arten. Alle wilden Schafe sind Gebirgsthiere. — Mit den Schafen nahe verwandt sind die Ziegen (*Capra*) mit zusammengedrückten, weniger stark gebogenen Hörnern und ohne Klauensäcke; Gebirgsthiere. Die Abstammung der Hausziege (*C. hircus*) ist unbekannt; von wilden Formen erwähnen wir den Steinbock (*C. ibex*), in den Alpen und anderen südeuropäischen Gebirgen, und die Bezoarziege (*C. aegagrus*) in Kleinasien, auf Kreta etc. — An die Ziegen schliesst sich die Gemse (*Capella rupicapra*) an, mit kleinen, aufrechten, nur an der Spitze gebogenen Hörnern; in den Alpen, Pyrenäen etc. — Mit den Schafen verwandt ist ferner der sogen. Bisam- oder Moschusochse (*Ovibos moschatus*), ein grosser, langhaariger Wiederkäuer mit Hörnern, welche an diejenigen des Büffels erinnern, mit behaarter Schnauze, kurzem Schwanz und nur zwei Zitzen; lebt im arktischen Nordamerika (in der quaternären Periode auch in Europa).

c) Rinder (*Bovinae*). Grosse plumpe Thiere mit breiter unbehaarter Schnauze, langem Schwanz mit endständiger Quaste; keine Klauensäcke; oft eine Wamme (herabhängende Hautfalte) an Hals und Brust. Vier Zitzen. Die Hörner in der Regel rund und glatt; sie sind am Grunde nach aussen, mit der Spitze nach oben gebogen. Das Hausrind (*Bos taurus*), mit platter Stirn, stammt wahrscheinlich von mehreren wilden Arten ab; einer seiner Stammväter ist der jetzt ausgestorbene riesige Ur (*B. primigenius*), welcher im Alterthum und Mittelalter in Deutschland lebte. Mit dem Hausrind nahe verwandt ist das ebenfalls gezähmte Zebu (*B. indicus*), mit Fettbuckel, in Asien und Afrika; etwas entfernter das langhaarige Yak (*B. grunniens*), welches (wild und gezähmt) in Gebirgsländern Mittelasiens lebt. Die Wisente (*Bison*) haben eine gewölbte Stirn und ziemlich kleine Hörner, welche ebenso wie die der Gatt. Bos am Grunde weit von einander entfernt sind, der vordere Theil des Rumpfes ist in Folge der gewaltigen Entwicklung einiger Dornfortsätze fast buckelartig erhoben; der europäische Wisent[1]) (*Bison europaeus*) ist jetzt beinahe ausgerottet (nur noch in Lithauen und in Kaukasus), früher in Deutschland etc. weit verbreitet; die nahe verwandte amerikanische Art (*B. americanus*, „Buffalo" der Amerikaner) kam bis vor wenigen Decennien in grossen Heerden in Nordamerika vor, ist jetzt selten geworden. Die Büffel (*Bubalus*) zeichnen sich durch ihre am Grunde sehr abgeplatteten und verdickten, in der Mittellinie oft fast zusammenstossenden Hörner und durch die schwache Behaarung aus; Sumpfthiere, von welchen eine gezähmte, aus Indien stammende Art (*Bub. vulgaris*) unter Anderem in Südeuropa gehalten wird.

6. Ordnung. **Elephanten** (*Proboscidea*).

Die Elephanten der Jetztzeit (*Elephas*) sind grosse, plumpe, sehr schwach behaarte, hochbeinige Thiere; Vorder- und Hinterfüsse (der Mittelfuss mitgerechnet) sind kurz, mit je 5 Zehen ausgestattet, welche kurze Hufe[2]) tragen; unterhalb der in eine gemeinsame Haut eingeschlossenen Zehen findet sich ein grosser Sohlenballen. Die Schnauze ist zu einem langen Rüssel verlängert, an dessen Spitze

---

1) Der Name „Auerochs" wird sowohl von diesem als auch von dem Bos primigenius gebraucht.

2) Hufe können zuweilen an einer oder zwei Zehen fehlen.

die Nasenlöcher und ein kleiner, beim asiatischen Elephant fingerartiger Fortsatz sich befinden; der Rüssel ist ein Greifwerkzeug, welches die Nahrung (Pflanzen) zum Munde führt; Wasser wird in den Rüssel aufgesogen und in den Mund hinein gespritzt, indem die Spitze des gebogenen Rüssels nach der Mundöffnung hin geführt wird.

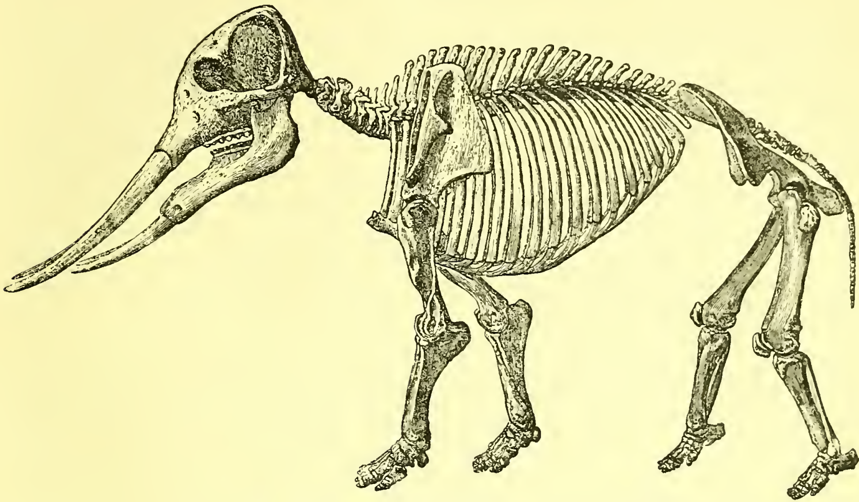


Fig. 408. Skelet eines *Mastodon.* — Nach Gaudry.

Aeussere Ohren gross, plattenförmig, herabhängend. Zitzen (zwei) dicht bei den Vorderbeinen. Der von einem kurzen, dicken Hals getragene Kopf ist von kolossalem Umfang; die Schädelhöhle klein, ausgedehnte Lufträume in den Kopfknochen. Schneidezähne fehlen im Unterkiefer; oben jederseits ein Schneidezahn, welcher, besonders

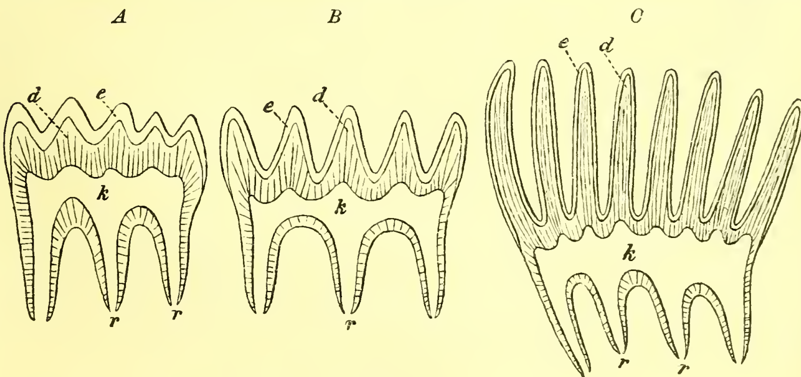


Fig. 409. Längsschnitt von Backenzähnen, *A*—*B* verschiedener Mastodon-Arten, *C* von einem Elephanten, schematisch. Das Cement weggelassen. *d* Dentin, *e* Schmelz, *k* Pulpahöhle, *r* Wurzeln. — Orig.

beim Männchen, in Form eines langen, nach vorn gebogenen, fast schmelzlosen Stosszahnes entwickelt ist, der aus dem Mund hervorragt und dessen Wachsthum das ganze Leben hindurch fortdauert. Eck-

zähne fehlen. Die Backenzähne sind gross, mit hoher Krone und kurzen Wurzeln; die Krone ist in eine grössere oder kleinere Anzahl zusammengedrückter, schmelzbekleideter Querplatten gespalten, welche durch reichliches Cement zusammengehalten werden; in jeder Kieferhälfte zur Zeit immer nur ein, höchstens zwei Zähne in Gebrauch; in dem Maasse, wie ein Zahn abgenutzt wird, tritt ein anderer hinter ihm hervor und nimmt allmählich den Platz des ersteren ein (das vordere Ende eines Zahnes tritt schon in Function, während das hintere Ende noch im Kiefer versteckt ist, und ebenso wird das vordere Ende zuerst abgenutzt, so dass zuletzt nur das hintere Ende allein übrig bleibt); im Ganzen kommen in dieser Weise in jeder Kieferhälfte 6 Backenzähne zum Vorschein, von welchen die zuerst auftretenden die kleinsten sind [1]. Nur zwei jetzt lebende Arten: der indische Elephant (*E. indicus*) mit zahlreichen, stark zusammengedrückten Platten in den Backenzähnen und verhältnissmässig kleinen Ohren (gezähmt und wild), und der afrikanische E. (*E. africanus*) mit einer geringeren Anzahl dickerer Zahnplatten und sehr grossen Ohren.

Von den zahlreichen ausgestorbenen Elephanten führen wir folgende an: Das Mammuth (*E. primigenius*), quaternär, in Sibirien und Europa, stand in seinem Bau dem indischen Elephant nahe, besass aber in Anpassung an das rauhe Klima ein dichtes Haarkleid. — Abweichender sind die Mastodonten (*Mastodon*), deren Backenzähne, von welchen mehrere auf einmal in Gebrauch waren, sich dadurch auszeichnen, dass die Querkämme niedriger, in geringerer Anzahl vorhanden und nicht durch Cement verkittet sind; einige Mastodonten besassen in jeder Unterkieferhälfte einen nach vorn und unten gerichteten grossen Schneidezahn (ausserdem besitzen die Mastodonten stets einen solchen oberen Schneidezahn wie Elephas). Uebrigens ist hervorzuheben, dass beide Gattungen, Mastodon und Elephas, in ihren Grenzformen in einander direct übergehen. Tertiär. — Verhältnissmässig kleine, denen der Tapire ähnliche Backenzähne besass die miocäne Gattung *Dinotherium*, bei welcher die oberen Schneidezähne fehlen, während dagegen in jeder Unterkieferhälfte ein nach unten gerichteter Schneidezahn vorhanden ist.

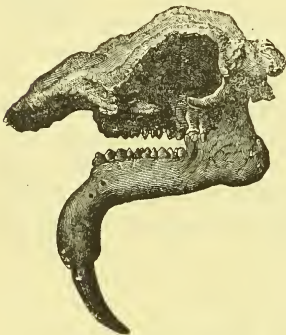


Fig. 410. Schädel von *Dinotherium*.

In die Nähe der Elephanten stellt man die Gattung *Dinoceras*, welche in Grösse und Leibesform an jene erinnert, jedoch in manchen Beziehungen sehr abweicht; es fehlen Schneidezähne im Zwischenkiefer (6 im Unterkiefer), dagegen sind ungemein lange obere Eckzähne vorhanden, Backenzähne klein. Miocän, Nordamerika.

---

1) Die 6 Backenzähne der Elephanten sind: dp^2, dp^3, dp^4, m^1, m^2, m^3; Prämolaren fehlen bei den jetzt lebenden, sind aber in rudimentärer Gestalt bei einer ausgestorbenen Elephas-Art nachgewiesen, ebenso wie sie auch bei Mastodon vorkamen.

7. Ordnung. **Seekühe** (*Sirenia*).

Die Seekühe bilden eine kleine Gruppe von Meeres-Säugethieren, welche früher mit den Walen zusammengestellt wurden, mit denen sie jedoch in Wirklichkeit gar nicht näher verwandt sind; die Aehnlichkeiten, welche in gewissen Punkten des Baues bestehen, sind als durch die ähnliche Lebensweise beider Gruppen bedingt aufzufassen. Dagegen erinnern die Seekühe in manchem an die Hufthiere.

Der Körper ist nur spärlich mit Haaren versehen. Der Kopf wird von einem sehr kurzen Hals getragen, ist aber dennoch deutlich vom Rumpf abgesetzt; die Nasenlöcher sitzen am Ende der mit grossen dicken Lippen versehenen Schnauze; äussere Ohren fehlen. Der Rumpf geht allmählich in den kräftigen Schwanz über, an dessen Ende jederseits eine grosse wagerechte Hautfalte vorhanden ist (beide Hautfalten zusammen werden als die „Schwanzflosse“ bezeichnet). Die Vordergliedmaassen sind kurz, flossenähnlich; die Finger sind von einer gemeinsamen Haut umschlossen, der Daumen rudimentär, die übrigen Finger dreigliedrig (im Gegensatz zu den Walen); der Arm ist nicht, wie bei den Walen, nur im Schultergelenk, sondern auch im Ellbogengelenk etc. beweglich; beim Manati sind Rudimente hufähnlicher Krallengebilde vorhanden. Hintergliedmaassen fehlen bei allen jetzt lebenden Seekühen vollständig (Becken rudimentär); dagegen hat man bei der miocänen Gattung *Halitherium* Spuren der Hintergliedmaassen in Form kleiner Oberschenkelknochen gefunden. Zwei Zitzen zwischen den Vorderbeinen. Bei den Jungen sind oben und unten Schneidezähne vorhanden, sie fallen aber in der Regel aus, so dass die Erwachsenen vorn zahnlos sind; nur bei dem männlichen Dugong entwickelt sich ein Paar der oberen Scheidezähne zu Stosszähnen, während dieselben Zähne beim Weibchen im Kiefer versteckt bleiben. Statt der Schneidezähne besitzen sie vorn im Munde sowohl oben als unten eine grosse Hornplatte. Eckzähne fehlen. Die Backenzähne sind klein, mit Querkämmen; der Manati besitzt deren etwa 10 in jeder Kieferhälfte, der Dugong eine geringere Anzahl. Der Magen hat einen zusammengesetzten Bau [1]).

Die Seekühe sind Pflanzenfresser (Tangfresser) von beträchtlicher Grösse (die jetzt lebenden 3—5 m), welche sich im Meere in der Nähe der Küsten und in Flüssen aufhalten. In der Jetztzeit nur der Manati (*Manatus*), welche im Atlantischen Meer an den Küsten von Afrika und Amerika (und in Flüssen, welche in jenes Meer ausmünden) lebt, und der Dugong (*Halicore dugong*) im Indischen Ocean. Ausgerottet ist die riesige, ganz zahnlose Steller'sche Seekuh (*Rhytina Stelleri*), welche bis ins vorige Jahrhundert in den nördlichen Theilen des Grossen Oceans lebte.

8. Ordnung. **Raubthiere** (*Carnivora*).

Die Raubthiere bilden eine grosse, aus zahlreichen Gattungen und Arten bestehende Abtheilung, innerhalb welcher zahlreiche Ver-

1) In Bezug auf das Skelet mag hervorgehoben werden, dass der Unterkiefer sehr gross und schwer, in der Form von demjenigen der Wale ganz verschieden ist, was auch für den übrigen Schädel gilt.

schiedenheiten im Bau wie in der Lebensweise bestehen; daneben gehen aber in mehreren Richtungen bestimmte charakteristische Züge durch alle Formen, ein ausgeprägter gemeinsamer Typus tritt überall hervor.

Das gilt besonders von der Bezahnung, in welcher wir uns am besten orientiren, wenn wir von einer Betrachtung des Zahnsystems der Hundegattung ausgehen, indem sich diejenigen anderer Raubthiere als Modifikationen desselben nach verschiedenen Richtungen hin ansehen lassen. Im Obermunde sind die Hunde jederseits mit 3 Schneidezähnen (von welchen der äusserste, i^3, etwas grösser als die

Fig. 411.

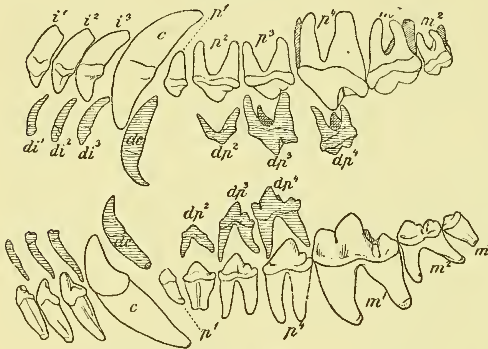


Fig. 412.

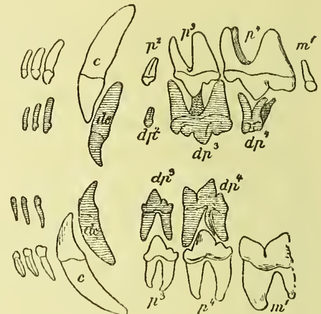


Fig. 411. Die Zähne des bleibenden Gebisses der linken Hälfte des Schädels eines Hundes, und die Zähne des Mittelgebisses desselben, letztere schraffirt. — Orig.
Fig. 412. Desgl. einer Katze. — Orig.

übrigen ist), einem kegelförmigen, gebogenen Eckzahn und 6 Backenzähnen (4 Prämolaren, 2 Molaren) versehen. Die drei vordersten Backenzähne des Oberkiefers werden als Lückenzähne bezeichnet; sie besitzen eine zusammengedrückte, dreikantige, zugespitzte Krone und am Hinterrand des Dreiecks eine oder zwei kleinere Spitzen; der vorderste ist der kleinste. Der vierte Backenzahn (p^4), der Reisszahn, hat eine ähnliche zusammengedrückte Form; hinter der Spitze findet sich ein spaltförmiger Einschnitt im Rande, und an der inneren Seite des Zahnes sitzt ein kleiner Höcker. Auf den Reisszahn folgen zwei breite, höckerige Zähne (m^1 und m^2), die Höckerzähne, von welchen der hinterste der kleinste ist. Im Untermunde finden sich, was die Vorder- und Eckzähne betrifft, ähnliche Verhältnisse wie im Obermunde. Es sind aber im Unterkiefer 7 Backenzähne (4 p, 3 m) vorhanden, von welchen die vier vordersten als Lückenzähne bezeichnet werden und auch dieselbe Form besitzen wie die gleichnamigen des Oberkiefers. Der fünfte Zahn (m^1), welcher der grösste der Unterkieferzähne ist, erinnert in seiner Form etwas an den Reisszahn des Oberkiefers und wird auch als Reisszahn bezeichnet; sein vorderster Theil, welcher unterhalb des Oberkiefer-Reisszahnes sitzt, ist zusammengedrückt und mit zwei Spitzen versehen, von welchen die hintere etwas höher als die vordere ist; der hintere, kleinere, Theil des Zahnes ist niedriger und höckerig. Die beiden hintersten Backenzähne (m^2, m^3) sind Höckerzähne, den gleichnamigen des Oberkiefers ähnlich, aber kleiner als diese.

Die Entwicklung des Zahnsystems anderer Raubthiere bewegt sich nun wesentlich theils in der Richtung einer Reduction der Backenzahnreihe von beiden Enden derselben, theils in der Richtung einer einseitigen Ausbildung entweder des höckerigen oder des zusammengedrückten Theils der Zahnreihe, während Schneide- und Eckzähne sich, was Zahl und Form betrifft, bei allen fast gleich verhalten. Wir führen davon ein paar Beispiele an. Bei der Katze (Fig. 412) ist eine in Vergleich mit derjenigen des Hundes sehr rückgebildete Zahnreihe vorhanden: von den 6 Oberkiefer-Backenzähnen des letzteren fehlt der erste und der letzte, und von den 4 übrig gebliebenen sind dazu noch der erste und der letzte fast rudimentär; von den 7 Unterkiefer-Backenzähnen fehlen bei der Katze sogar die beiden ersten und die beiden letzten. Der höckerige Theil der Zahnreihe ist bei der Katze fast gänzlich in Wegfall gekommen, indem nicht allein die Höckerzähne (mit Ausnahme des rudimentären des Oberkiefers) fehlen, sondern auch der höckerige Theil des Reisszahns des Unterkiefers verschwunden ist. Bei den Bären finden wir das entgegengesetzte Extrem: die Höckerzähne sind alle vorhanden und ebenso wie der hintere (höckerige) Theil des Unterkiefer-Reisszahns ausserordentlich stark entwickelt, während die Lückenzähne klein und beim erwachsenen Thier z. Th. ausgefallen sind. Vergl. für die übrigen Gruppen die specielle Darstellung und Fig. 413.

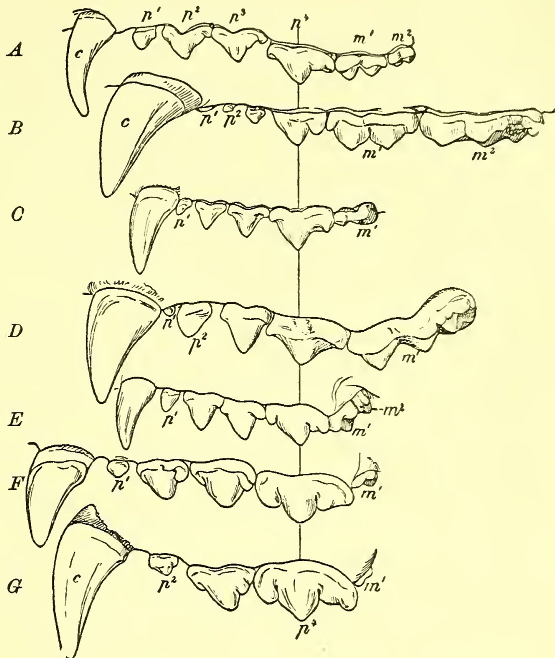


Fig. 413. Die Zähne des linken Oberkiefers von: *A* Hund, *B* Bär, *C* Marder, *D* Dachs, *E* Viverride (*Herpestes*), *F* Hyäne, *G* Löwe. Besonders hervorzuheben ist die starke Entwicklung der höckigeren Partie (m^1—m^2) in *B* und *D* und die Rückbildung derselben in *E*—*G*. — Orig.

Noch grösser als im bleibendem Gebiss ist die Uebereinstimmung im Milchgebiss, indem mit einer einzigen gleich anzuführenden Ausnahme $\frac{3}{3}$ *dp* vorhanden sind, nämlich dp^2, dp^3, dp^4; von diesem ist oben dp^2 einem Lückenzahn, dp^3 ganz dem oberen Reisszahn des bleibenden Gebisses ähnlich, dp^4 im Oberkiefer ist ein Höckerzahn; im Unterkiefer sind dp^2 und dp^3 Lückenzähne, dp^4 Reisszahn [1]). Merkwürdig ist es,

1) Es ist somit im Milchgebiss der Raubthiere stets dieselbe Anzahl von Höckerzähnen wie im bleibenden Gebiss der Katze, nämlich $\frac{1}{0}$, vorhanden.

dass der Reisszahn des bleibenden Gebisses nicht denselben Platz wie der Milch-Reisszahn einnimmt, sondern — sowohl im Ober- wie im Unterkiefer — einen Platz weiter nach hinten gerückt ist. — Nur in dem Fall, dass die Anzahl der Prämolaren unter drei sinkt (im Unterkiefer der Katze), sinkt die Anzahl der Milchbackenzähne unter die typische herab (indem der dem fehlenden Prämolar p^2 entsprechende Milchbackenzahn dann auch fehlt).

Von anderen Charakteren sind folgende hervorzuheben. Das äusserste Glied der Zehen trägt eine oft sehr stark gebogene Kralle und wird durch ein elastisches Bändchen, welches von demselben bis an das vorletzte Glied geht, mehr oder weniger nach oben gebogen gehalten, so dass die Kralle bei einigen (z. B. der Katze) während des Ganges die Erde gar nicht berührt (zurückgezogene Kralle). Der Daumen ist (an beiden Gliedmaassenpaaren) meistens schwächer als die übrigen Zehen, fehlt sogar häufig an den Hintergliedmaassen. Die Thiere treten entweder mit dem ganzen Fuss auf (Sohlengänger) oder nur mit den Zehen (Zehengänger). Das Schlüsselbein ist schwach entwickelt oder fehlt. Fruchtkuchen ringförmig. (Bei manchen finden sich besonders um den After herum Hautdrüsen oder Hauteinstülpungen, deren Secret oft widerlich stinkt.)

Die Raubthiere sind grösstentheils Thiere von mittlerer Grösse, welche sich theils von anderen Säugethieren, Vögeln, Insekten etc., theils auch von Pflanzenkost (saftigen Wurzeln, Beeren etc.) ernähren. Sie sind über die ganze Erde (mit Ausnahme von Australien) verbreitet, am reichsten in den Tropen vertreten,

Die Raubthiere zerfallen in drei grössere natürliche Gruppen, von welchen eine (*Cynoidea*) die Hundefamilie, eine andere (*Arctoidea*) die Bären-, Halbbären- und Marderfamilie, eine dritte (*Aeluroidea*) die Katzen, Viverren und Hyänen umfasst. Dies ist besonders in zahlreichen feineren Charakteren des Schädels ausgeprägt, deren nähere Darstellung uns jedoch weit in den ganz speciellen Bau des Schädels führen würde, weshalb wir uns mit dieser blossen Andeutung begnügen müssen.

1. Die Hundefamilie (*Canidae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{2}{2}$ *H*[1] (= $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{2}{3}$ *m*); der höckerige Theil der Backenzahnreihe von mittlerer Stärke. Kopf länglich, Schwanz lang, Beine hoch mit 5 Zehen vorn, 4 hinten; Zehengänger. Hierzu gehören: Der Fuchs (*Canis vulpes*), der Polarfuchs[2] (*C. lagopus*), beide mit senkrechter Pupille, letzterer ein hochnordisches Thier; der Wolf (*C. lupus*), mit runder Pupille, in Europa, Nordasien und Nordamerika, in Deutschland ausgerottet; der Schakal (*C. aureus*), mit dem Wolf nahe verwandt, in Asien, Nordafrika und auf der Balkanhalbinsel; von ihm oder seinen nächsten Verwandten stammt wahrscheinlich der Haushund (*C. familiaris*) ab. — Eine einzelne Hundeform, die Gatt. *Icticyon* (in Brasilien) zeichnet sich durch den Besitz von nur $\frac{1}{1}$ *H* aus sie schliesst sich sonst nahe an die übrigen an. Eine andere, der mit ungemein grossen Ohren versehene, fuchsähnliche, spitzschnauzige, südafrikanische *Otocyon caffer*, hat eine grössere Anzahl Backenzähne als die typische, nämlich $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{4}{4}$ *m*.

2. Die Bärenfamilie (*Ursidae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{2}{2}$ *H* (= $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{2}{3}$ *m*); Höckertheil der Backenzahnreihe überwiegend entwickelt, übriger Theil derselben rückgebildet (meistens fehlen beim erwachsenen Thier einige *L*).

---

1) *L* = Lückenzähne, *R* = Reisszahn, *H* = Höckerzähne.
2) Beim Polarfuchs sind meistens nur $\frac{2}{1}$ *H* vorhanden.

Länglicher Kopf, sehr kurzer Schwanz, an allen vier Beinen je 5 Zehen, welche mit sehr starken Krallen bewaffnet sind; Sohlengänger von ansehnlicher Grösse, welche sich zum grossen Theil von Pflanzenkost ernähren. Hierzu gehören: Der gemeine Bär (*Ursus arctos*), innerhalb Deutschlands nur noch im bairischen Hochlande, ausserdem in der Schweiz, in Ungarn, Russland, Skandinavien etc. (Winterschläfer); der Baribal (*U. americanus*), schwarz, in Nordamerika, ebenso wie der braungraue Grislibär (*U. cinereus*); der Lippenbär (*U. labiatus*), in Indien, mit sehr vorstreckbaren Lippen und ungemein langen Krallen, verliert gewöhnlich frühzeitig seine Schneidezähne; der Eisbär (*U. maritimus*), weiss, mit behaarten Sohlen, gehört den arktischen Gegenden an. Grösser als die jetzt lebenden Bären war der quaternäre Höhlenbär (*U. spelaeus*), dessen Ueberreste man häufig in den Knochenhöhlen Deutschlands findet.

3. Die Halbbären (*Procyonidae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{2}{1}$ *H* (= $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{2}{2}$ m); Höckertheil der Backenzahnreihe weniger überwiegend als bei den Bären. Kopf länglich, Schwanz lang, 5 Zehen vorn und hinten; Sohlengänger. Kleinere Formen. Nahrung gemischt. Hierzu die Waschbären (*Procyon*) und die mit langer Schnauze versehenen Nasenbären (*Nasua*), beide Gattungen in Amerika.

4. Die Marderfamilie (*Mustelidae*). $\frac{2 \text{ od. } 3}{3 \text{ od. } 4}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{1}{1}$ *H* (= $\frac{3 \text{ od. } 4}{3 \text{ od. } 4}$ *p*, $\frac{1}{2}$ *m*); bei einigen ist der sägeartige Theil der Backenzahnreihe (d. h. die Lückenzähne, der Reisszahn im Oberkiefer, der vordere Theil des Reisszahnes des Unterkiefers), bei anderen der Höckertheil desselben überwiegend entwickelt. Schwanz meistens wohlentwickelt, Beine niedrig, 5 Zehen; Zehen- oder Sohlengänger.

a) Die Mardergattung (*Mustela*). Kleine, sehr langgestreckte, schlanke Raubthiere, welche sich hauptsächlich von warmblütigen Wirbelthieren ernähren. Zehengänger. Höckertheil ziemlich klein. In Deutschland leben die folgenden: Der Edelmarder (*M. martes*) mit dottergelber Kehle, der Steinmarder (*M. foina*) mit weisser Kehle, die grössten deutschen Arten; der Iltis (*M. putorius*), braun (das Frettchen [*M. furo*] ist eine durch Domestication erzeugte weissliche Abart des Iltis); der Hermelin (*M. erminea*), welcher im Winter weiss wird; das kurzschwänzige, kleine Wiesel (*M. vugaris*), die kleinste Art; der Nörz (*M. lutreola*), von Grösse des Iltis, einfarbig braun, mit Bindehaut zwischen den Zehen, lebt am Wasser, selten in Deutschland, häufiger in Russland (erinnert an die Otter). Der Zobel (*M. zibellina*) in Sibirien steht dem Edelmarder sehr nahe. — Mit den Mardern verwandt ist der Vielfrass (*Gulo borealis*), welcher grösser und plumper ist, einen sehr kurzen, buschigen Schwanz besitzt, Sohlengänger; in Skandinavien, Russland, Sibirien, Nordamerika.

b) Die Ottern (*Lutra*) sind grössere Marderformen mit langem kräftigen Schwanz, Schwimmhaut zwischen den Zehen, stumpfer Schnauze und sehr kurzen Ohren. Schwimmen vorzüglich, ernähren sich besonders von Fischen. In Europa die Fischotter (*L. vulgaris*), hält sich sowohl am Süsswasser wie am Meere auf. — Verwandt ist die Seeotter (*Enhydra marina*) mit $\frac{2}{2}$ *i* (während andere Raubthiere $\frac{3}{3}$ haben); die Hintergliedmaassen erinnern an diejenigen der Seehunde: an den Küsten des nördlichen Stillen Oceans.

c) Der Dachs (*Meles taxus*) zeichnet sich durch die starke Entwicklung der Höckerzähne und des hinteren Theiles des Unterkiefer-

Reisszahnes aus; Sohlengänger mit starken Grabkrallen an den Vorderbeinen; Allesfresser. — Verwandt sind die Stinkthiere (*Mephitis*) in Nord- und Südamerika, Afrika und Kleinasien.

5. Die Schleichkatzen (*Viverridae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{2}{1}$ *H* (= $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{2}{2}$ *m*); Sägetheil der Backenzahnreihe überwiegend entwickelt. Kleinere, marderähnliche Thiere mit langgestrecktem Körper und niedrigen Beinen. In den wärmeren Theilen der alten Welt. Hierzu gehören die Zibethkatzen (*Viverra*), von welchen eine Art (*V. genetta*) in Südeuropa (und Nordafrika) lebt, und die Pharaosratte (*Herpestes ichneumon*) in Afrika.

6. Die Hyänenfamilie (*Hyaenidae*). $\frac{3}{3}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{1}{0}$ *H* (= $\frac{4}{3}$ *p*, $\frac{1}{1}$ *m*). Grössere, hochbeinige, wolfähnliche, ziemlich langschwänzige Thiere; Zehengänger. In der alten Welt. Die Arten der Gatt. *Hyaena* sind Aasfresser; die Gatt. *Proteles*, in Südafrika, mit sehr schwachen, kleinen, spitzigen Backenzähnen, soll sich besonders von Lämmern ernähren.

7. Die Katzenfamilie (*Felidae*). $\frac{2}{2}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{1}{0}$ *H* (= $\frac{3}{2}$ *p*, $\frac{1}{1}$ *m*); Höckertheil der Backenzahnreihe rudimentär. Schlanke, gestreckte Thiere mit rundlichem Kopf, langem Schwanz 4 Zehen an den Hintergliedmaassen, sehr stark gebogenen, zusammengedrückten und zugespitzten Krallen. Zehengänger. Ernähren sich fast ausschliesslich von Warmblütern. Hierzu gehören: Der Löwe (*Felis leo*), einfarbig, ♂ mit Mähne, Afrika, Westasien, früher auch im südöstlichen Europa; nahe verwandt ist der ausgestorbene (quaternäre) Höhlenlöwe (*F. spelaea*). Der Tiger (*F. tigris*) mit Querstreifen, Asien. Der Jaguar (*F. onça*), in Südamerika, im südlichen Nordamerika, und der Leopard oder Panther (*F. pardus*), in mehreren Varietäten in Afrika und Südasien, sind grosse, mit Ringflecken versehene Katzen. Der Puma oder Kuguar (*F. concolor*), eine mittelgrosse, einfarbige Katze, lebt in Südamerika und in einem grossen Theil Nordamerikas (der „Panther" der Amerikaner). Kleinere Formen sind: die Tigerkatzen, verschiedene kleine gefleckte Formen (*F. tigrina* u. a.); die Wildkatze (*F. catus*), in Mittel- und Südeuropa, auch noch an verschiedenen Stellen in Deutschland, von ähnlicher Färbung wie graue Hauskatzen, aber kurzschwänziger; die Hauskatze (*F. domestica*), welche, wie es scheint, von der nubischen Wildkatze (*F. maniculata*) abstammt. Abweichendere Formen sind: der Gepard (*F.* [*Cynailurus*] *jubata*), eine grosse, gefleckte, hochbeinige Katze mit weniger zurückgezogenen Krallen als die übrigen Katzen, in Afrika und Asien, wird auch zahm gehalten; der Luchs (*F. lynx* oder *Lynx vulgaris*), durch seine hohen Beine, kurzen Schwanz und mit Haarpinseln versehene Ohren ausgezeichnet (meistens fehlt beim Luchs der vorderste der bei anderen Katzen vorhandenen Oberkiefer-Lückenzähne, so dass die Zahnformel $\frac{2}{2}$ *p*, $\frac{1}{1}$ *m* wird), in Skandinavien, Russland etc., früher auch in Deutschland. — Die ausgestorbenen Säbelkatzeu (*Machaerodus*) haben $\frac{1}{1 \text{ od. } 2}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{1}{0}$ *H* (= $\frac{1}{1 \text{ od. } 2}$ *p*, $\frac{1}{1}$ *m*), also eine noch mehr rückgebildete Backenzahnreihe als die jetzt lebenden Katzen, denen sie übrigens im Ganzen nahe stehen; der Eckzahn des Oberkiefers ist ungemein kräftig und stark verlängert. Bei einer anderen ausgestorbenen Katze, der Gatt. *Dinictis*, findet man dagegen eine grössere Anzahl von Zähnen als bei den jetztlebenden, nämlich im Unterkiefer einen Lückenzahn mehr und einen kleinen Höckerzahn (die Oberkieferzähne dieselben wie bei Felis): $\frac{2}{3}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *R*, $\frac{1}{1}$ *H* (= $\frac{3}{3}$ *p*, $\frac{1}{2}$ *m*).

9. Ordnung. **Robben** oder **Flossenfüssler** (*Pinnipedia*).

Die Robben sind mit den Raubthieren nahe verwandt und stimmen in zahlreichen Charakteren mit denselben überein; sie sind als ein in Anpassung an das Leben im Meere umgestalteter Raubthier-Typus aufzufassen.

Die Gliedmaassen sind kurz, breit, nach hinten gerichtet; der proximale Theil der Vordergliedmaassen ist unter der Rumpfhaut versteckt, der freie Theil derselben erinnert an die Brustflossen eines Fisches; die Hintergliedmaassen liegen mit der Fussspitze nach hinten dicht am Rumpf, zum grossen Theil in die Haut des letzteren eingeschlossen; bei den echten Seehunden sind sie in dieser Stellung befestigt, während sie beim Walross und den Ohrenrobben so weit nach vorn gewendet werden können, dass das Thier auf denselben gehen kann. An jedem Fuss sind fünf Zehen (Finger) vorhanden, welche

Fig. 414.

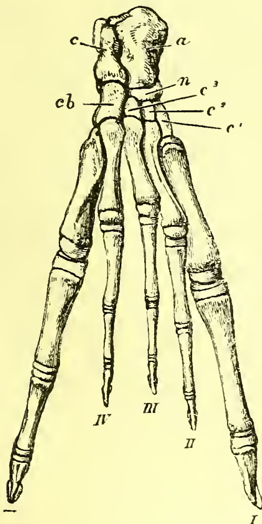


Fig. 415.

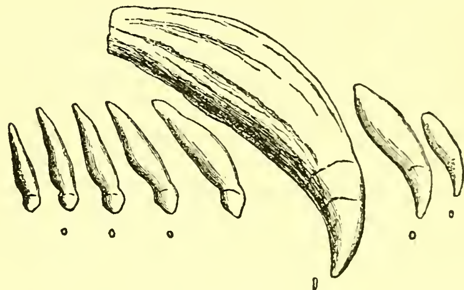


Fig. 414. Hinterfuss eines jungen See-Elephanten. *a* Sprungbein, *c* Fersenbein, *n* Centrale, c^1—c^3 Cuneiforme (Tarsale) Nr. 1—3, *cb* Cuboideum; *I*—*V* erste—fünfte Zehe. — Nach Flower.

Fig. 415. Ober- und Zwischenkieferzähne des See-Elephanten; unterhalb der Zähne des bleibenden Gebisses sind die Milchzähne gezeichnet. — Nach Flower.

mit geraden Krallen versehen sind; sowohl an den Vorder- als an den Hintergliedmaassen ist eine Schwimmhaut zwischen den Zehen ausgespannt, und ausserhalb der Spitzen der Zehen erstreckt sich als Fortsetzung der Schwimmhaut ein mehr oder weniger entwickelter Hautsaum. An den Vordergliedmaassen nehmen die Finger an Länge und Stärke von Nr. 1 bis Nr. 5 ab (Nr. 1 und 2 sind jedoch ungefähr gleich stark); an den Hintergliedmaassen sind Nr. 1 und 5 kräftiger und meistens auch länger als die drei übrigen. Der Schwanz ist kurz. Das äussere Ohr ist klein oder fehlt; die Augen gross; die Nasenlöcher spaltförmig, schliessen sich von selbst durch die Elasticität der Wand, werden durch Muskelwirkung geöffnet. Die Behaarung besteht meistens aus dichtgestellten, angedrückten, glatten Haaren (zuweilen liegt unter diesen ein dichtes Wollkleid); die neugeborenen Jungen gewöhnlich mit einer wolligen Behaarung, welche jedoch bei einigen schon im Mutterleibe gewechselt wird; die Schnurrhaare sind

sehr kräftig. Unterhalb der Haut findet sich eine dicke Schicht von Fettgewebe (Speck). Von Schneidezähnen sind gewöhnlich $\frac{3}{2}$ (oder eine geringere Anzahl; selten $\frac{3}{3}$) vorhanden; sie sind mehr kegelförmig als bei den Raubthieren und schliessen sich nicht wie bei diesen zu einem schneidenden Rand zusammen; die Eckzähne sind meistens schwächer als bei den Raubthieren, sonst aber ähnlich. Von Backzähnen sind meistens $\frac{4}{4}$ *p* $\frac{1}{1}$ *m* vorhanden; sie sind alle ungefähr gleich, gewöhnlich von ähnlicher Form wie die Lückenzähne der Raubthiere oder einfach kegelförmig; sie sind verhältnissmässig schwach. Die Milchzähne sind rudimentär; sie werden entweder schon im Mutterleibe oder bald nach der Geburt gewechselt.

Von anderen Charakteren führen wir an, dass der hinterste Theil des Schädels sehr breit ist, während derjenige Theil, welcher zwischen den Augenhöhlen liegt, in der Regel stark zusammengedrückt ist. Der Unterkiefer ist in der Regel schwach. Thränenbein und Thränenkanal fehlen, die Thränendrüse ist klein, die Harder'sche Drüse wohlentwickelt. Der Fruchtkuchen ist wie bei den Raubthieren ringförmig.

Die Robben sind Thiere von ansehnlicher, nicht selten sogar riesiger Grösse, welche im Meere leben (einzelne auch in grossen Seen, so im Caspischen Meer), wo sie sich mit der grössten Gewandtheit mittels des sehr biegsamen Hinterkörpers bewegen, wobei die grossen, nach hinten gerichteten Hinterfüsse ungefähr wie die Schwanzflosse eines Fisches fungiren. Häufig gehen sie jedoch aufs Land, um sich auszuruhen, um zu gebären etc.; sie halten sich aber stets in unmittelbarer Nähe der Küste auf und bewegen sich nur mühsam auf dem Lande fort; Ohrenrobben und Walrosse können noch auf allen vier Füssen gehen, die echten Seehunde hüpfen aber ungemein schwerfällig fort, indem sie den Rücken krümmen und sich mit dem Hinterkörper abstossen (sie ruhen dabei mit der Bauchseite auf der Erde; die Vordergliedmaassen werden bei der Bewegung meistens nicht benutzt). Ihre Nahrung besteht in Fischen und niederen Meeresthieren (Krebsen, Weichthieren). Sie leben gewöhnlich in Polygamie; das Männchen ist häufig, wie bei manchen anderen polygamen Thieren, bedeutend grösser als das Weibchen. Sie gehören besonders den kälteren und temperirten Theilen der Erde an.

1. Die Ohrenrobben (*Otariidae*). Mit kleinen äusseren Ohren. Hals lang. Vordergliedmaassen gross. Können auf den Füssen gehen, deren Unterseite nackt ist (Sohlenballen); an allen vier Füssen ein grosser Randsaum, welcher an den Hinterfüssen gelappt ist; Krallen theilweise rudimentär oder sehr klein (dies gilt von allen Krallen der Vordergliedmaassen und von No. 1 und 5 der Hintergliedmaassen, während die Krallen der mittleren Zehen der Hinterfüsse wohlentwickelt sind). Die Männchen sind stets viel grösser als die Weibchen. — Diese Abtheilung steht den Raubthieren am nächsten; manche der Eigenthümlichkeiten, welche die Ordnung der Flossenfüssler jenen gegenüber auszeichnen, sind bei den Ohrenrobben weniger ausgeprägt. — Hierzu die unter dem Namen „Seelöwen" bekannten Thierformen, deren Fell zum Theil ein ausgezeichnetes Pelzwerk liefert [1]). Sie leben in den südlicheren Theilen der südlichen Halbkugel und in den nördlichen Theilen des Stillen Oceans.

1) Die in den Handel kommenden Seelöwenfelle sind der Deckhaare beraubt, so dass die Wollhaare allein übrig geblieben, und sie haben deshalb ein von den frischen Fellen sehr abweichendes Aussehen.

2. Das Walross (*Trichechus* [*Odobaenus*] *rosmarus*) ist eine ohrlose, übrigens mit den Ohrenrobben nächst verwandte, in den Zahnverhältnissen aber sehr eigenthümliche Robbe. Ebenso wie die Ohrenrobben kann sich das Thier auf die mit grossem Randsaum versehenen Füsse stützen, die Unterseite der Füsse ist nackt, die Ausbildung der Krallen entspricht derjenigen der Ohrenrobben (sämmtliche Krallen der Vorderfüsse und die 1. und 5. der Hinterfüsse sind rudimentär). Das junge Thier besitzt $\frac{3}{3}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{5}{4}$ *b*, von diesen sind aber einige klein und fallen früh aus oder brechen gar nicht hervor, so dass das erwachsene Thier gewöhnlich von functionirenden Zähnen $\frac{1}{0}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{3}{3}$ *b* besitzt. Von diesen Zähnen ist der Oberkiefer-Eckzahn ein langer, durchs ganze Leben weiter wachsender Stosszahn; die übrigen Zähne sind beim jungen Thier kegelförmig, während sie später flach abgekaut werden. Das Walross ernährt sich von Muscheln, Würmern etc., welche es mit den langen Zähnen aus dem Meeresboden aufwühlt. Sehr ansehnliche Form, welche in den arktischen Gegenden zu Hause ist.

3. Echte Seehunde (*Phocidae*). Aeussere Ohren fehlen. Hals kurz. Vordergliedmaassen klein. Die Füsse sind auf der Unterseite behaart, können gar nicht zum Gehen benutzt werden; Randsaum der Füsse schmal; Krallen meistens wohlentwickelt. Besonders in arktischen Gegenden.

a) Die Gatt. *Phoca* besitzt $\frac{3}{2}$ *i* und zusammengedrückte mehrspitzige Backenzähne. Hierzu der gemeine Seehund (*Ph. vitulina*) und die Ringelrobbe (*Ph. foetida*), beide an den deutschen Küsten etc. — Mit Phoca verwandt ist der graue Seehund (*Halichoerus grypus*), mit kegelförmigen Backenzähnen, häufig z. B. in der Ostsee.

b) Die Blasenrobbe oder Klappmütze (*Cystophora cristata*), mit $\frac{2}{1}$ *i*, ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass die weiche Schnauze sich beim Männchen in einen biegsamen Rüssel fortsetzt, welcher im Zorn aufgeblasen wird. In den arktischen Meeren. — Aehnlich verhält sich der See-Elephant (*C. proboscidea*) im Indischen und Grossen Ocean, besonders in den südlicheren Theilen derselben.

10. Ordnung. **Wale** (*Cetacea*).

Die Wale sind ein zu ausschliesslichem Aufenthalt im Meere eingerichteter und demgemäss umgebildeter Säugethier-Typus. Sie sind dieser Lebensweise viel einseitiger angepasst als die übrigen Typen von Meeres-Säugethieren (Robben und Seekühe); die Anpassung ist so innig, dass die Wale für die oberflächliche unmittelbare Betrachtung weit mehr an Fische als an Säugethiere erinnern.

Die Leibesform ist fischartig: Kopf, Rumpf und Schwanz gehen sanft in einander über, der Körper ist gegen beide Enden hin zugespitzt; von einem Hals ist keine Spur äusserlich zu entdecken; der Schwanz ist zusammengedrückt, für ein Säugethier ausserordentlich kräftig entwickelt, sehr musculös. Am Ende des Schwanzes befindet sich eine wagerechte Schwanzflosse, eine breite nach beiden Seiten ausgezogene steife Hautfalte. An der Rückenseite sitzt ein gewöhnlich kurzer, aufrechter, zusammengedrückter Hautfortsatz, die Rückenflosse. Die Haut ist glatt und glänzend; Haare (und Hautdrüsen) fehlen gewöhnlich beim ausgebildeten Thiere völlig, höchstens sind einzelne Haare an gewissen Stellen des Kopfes, besonders

in der Nähe der Mundränder, vorhanden[1]); die Lederhaut ist sehr dick und ausserordentlich fetthaltig (Speck). Lippen fehlen. Von den Gliedmaassen sind nur die vorderen entwickelt (über die Rudimente der hinteren vergl. unten); sie sind zu krallenlosen, steifen, nur im Schultergelenk beweglichen Platten ausgebildet, die Finger von einer gemeinsamen Haut umschlossen und ihre Grenzen äusserlich nicht erkennbar. Die Nasenlöcher sitzen hoch oben auf dem Kopf und sind öfters zu einer gemeinsamen Oeffnung vereinigt; die Augen klein, äussere Ohren fehlen, die äussere Ohröffnung ausserordentlich klein. Die Zitzen, eine auf jeder Seite, sitzen in Gruben neben dem After.

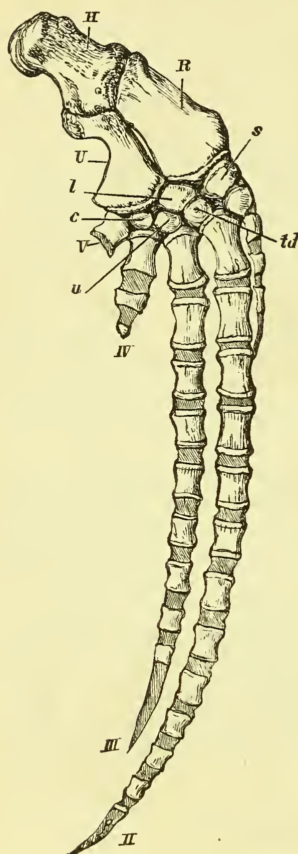


Fig. 416. Rechte Vorderextremität eines Grindwals. *H* Oberarm, *R* Radius, *U* Ulna; *s* Naviculare, *l* Lunatum, *c* Triquetrum; *td* Multang. minus, *u* Hamatum; *I—IV* erster—vierter Finger, *V* fünfter Mittelhandknochen. — Nach Flower.

Die Halswirbelpartie ist sehr kurz, besteht aber aus den gewöhnlichen 7 Wirbeln, von welchen meistens einige verwachsen sind (zuweilen, so beim Polarwal, sind sie sogar alle verwachsen; bei den Furchenwalen und einigen Zahnwalen sind sie dagegen alle frei); die Halswirbelkörper sind abgeplattete Scheiben. Nur eine sehr geringe Anzahl von Rippen verbindet sich mit dem kurzen Brustbein. Die Lendenwirbelpartie zeichnet sich durch ihre bedeutende Länge aus; Beckenwirbel sind nicht unterschieden. Die ganze Wirbelsäule (mit Ausnahme der Halswirbel) ist sehr biegsam, die Bandscheiben zwischen den Wirbeln dick. Die Kiefer sind stark verlängert; das Jochbein bei den Zahnwalen sehr dünn; die Nasenbeine sehr kurz, oft rudimentär (am besten bei den Bartenwalen entwickelt). Das Schulterblatt ohne Kamm; Schlüsselbeine fehlen. Wie oben erwähnt, sind die Knochen der Vordergliedmaassen unbeweglich mit einander verbunden. Es sind 4 oder 5 Finger vorhanden; von Interesse ist es, dass die Anzahl der Glieder in einigen derselben grösser ist als drei. Es findet sich ein Ueberrest des Beckens in Form von zwei Knochen, einem auf jeder Seite, welche weder mit einander noch mit der Wirbelsäule in Verbindung treten; bei gewissen Bartenwalen sind ausserdem Rudimente des Skelets der Hintergliedmaassen, von Schenkel- und Schienbein, im Fleische versteckt, vorhanden. — Thränendrüse und Thränenkanal fehlen, eine Harder'sche Drüse ist dagegen vorhanden und zwar wohlentwickelt (ihr

1) Nur gewisse Bartenwale (und ein südamerikanischer Flussdelphin, *Inia*) besitzen in ausgebildetem Zustande Haare. Dagegen findet sich bei fast allen Walen, sowohl bei Barten- wie bei Zahnwalen, beim Embryo eine geringe Anzahl von Haaren; bei den Zahnwalen sitzen dieselben stets ausschliesslich oberhalb des oberen Mundrandes.

Secret hat eine fettartig-schleimige Beschaffenheit). — Die Nasenhöhlen sind bei den Bartenwalen ein Paar schräge, bei den Zahnwalen ein Paar fast senkrechte Röhren; bei den Bartenwalen sind rudimentäre

Fig. 417.

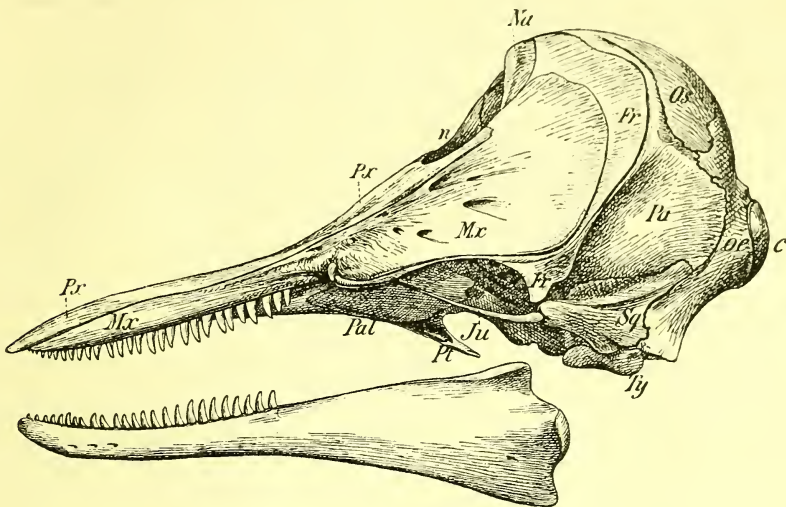


Fig. 418.

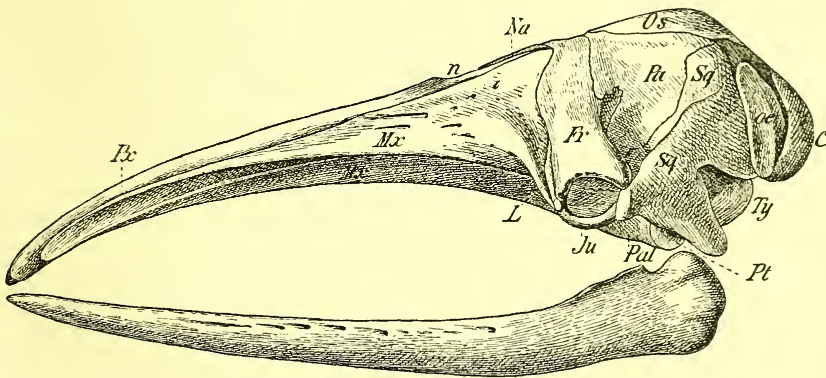


Fig. 417. Schädel eines Zahnwals (*Delphinus*) von der Seite. Verkleinert. — Orig.
Fig. 418. Schädel eines Bartenwals (*Balaena japonica*), Foetus. Verkleinert. — Nach Eschricht.

Gemeinsame Bezeichnung: *C* Hinterhaupts-Gelenkhöcker, *Fr* Stirnbein, *Ju* Jochbein, *L* Thränenbein, *Mx* Oberkieferbein, *n* Nasenloch, *Na* Nasenbein, *oe* seitliches Hinterhauptsbein, *Os* oberes Hinterhauptsbein, *Pa* Scheitelbein, *Pal* Gaumenbein, *Pt* Flügelbein, *Px* Zwischenkieferbein, *Sq* Schuppenbein, *Ty* Paukenbein.

Nasenmuscheln und schwache Riechnerven vorhanden, bei den Zahnwalen fehlen die Nasenmuscheln (während Riechnerven zuweilen vorhanden sind, zuweilen fehlen). — Bei den Zahnwalen finden sich in der Regel zahlreiche Zähne, welche meistens alle ungefähr gleichgebildet, kegelförmig sind; ein Zahnwechsel fehlt. Bei den Barten-

walen sind im Embryonalzustande Zähne (von ähnlicher Form wie bei den Zahnwalen) vorhanden, welche aber klein sind und niemals hervorbrechen, sondern wieder aufgelöst werden. Die Barten, welche diese Thiere im Munde besitzen, sind zwei Längsreihen von mächtigen, quergestellten, senkrecht vom Gaumendach herabhängenden Hautfalten, welche mit einer stark entwickelten, die Hauptmasse der Barte bildenden Hornschicht bekleidet sind. Jede Barte stellt demnach eine dreieckige, feste Hornplatte dar, welche grösstentheils solid ist, an der Basis aber eine spaltförmige Höhlung besitzt, in welcher der weiche Theil der Barte, der aus Bindegewebe und der Schleimschicht der Haut bestehende „Bartenkeim", seinen Platz hat. Die Barte hat drei Ränder: einen kürzeren oberen, welcher sich mit dem Gaumen verbindet, einen äusseren glatten geraden Rand und einen inneren stark aufgefaserten schrägen Rand, welcher der längste ist; in dem inneren Theil der Barte finden sich mehrere bis auf die Basis der Barte reichende senkrechte Einschnitte. Die Barten, von welchen die vordersten und die hintersten jeder Reihe die kleinsten sind, liegen jederseits ziemlich dicht an einander und füllen einen grossen Theil der Mundhöhle aus, in deren Mitte jedoch ein im Querschnitt dreieckiger Raum übrig bleibt. Bei geschlossenem Munde werden die Barten vom Unterkiefer verdeckt. Sie haben die Bedeutung eines Seihapparats: die Bartenwale schwimmen mit klaffend geöffnetem Munde eine Strecke weit durchs Wasser, schliessen darauf den Mund, und das Wasser sickert dann zwischen den Barten nach aussen, während die im Wasser enthaltenen Organismen von den am inneren Rand der Barten befindlichen Fasern zurückgehalten werden, welche zusammen eine filzige Wand an jeder Seite im Munde bilden. Die Barten sind als ausserordentlich stark entwickelte Gaumenfalten (vergl. S. 530) aufzufassen. — Die Speicheldrüsen sind rudimentär oder fehlen, der Magen hat einen zusammengesetzten Bau. Der Kehlkopf ist zu einem aufrechten hohen Zapfen verlängert, welcher vorn von dem stark entwickelten Gaumensegel umfasst wird; die Nahrung gleitet zu beiden Seiten des Zapfens in die Speiseröhre hinab. Die Hoden bleiben in der Bauchhöhle.

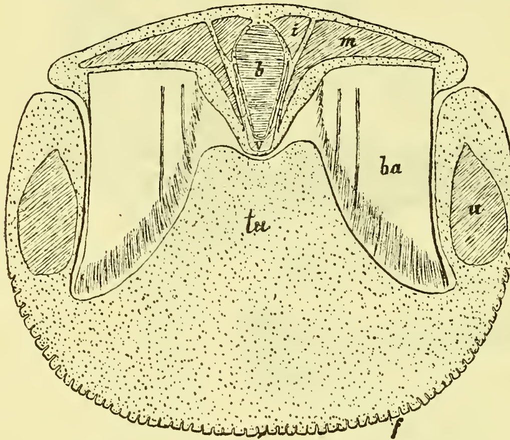


Fig. 419. Querschnitt des vorderen Theiles des Kopfes eines Furchenwals, schematisirt. *b* Knorpel, welcher der Nasenscheidewand anderer Säugethiere entspricht; *ba* Barte, *f* Hautfurchen, *i* Zwischen-, *m* Oberkieferbein, *tu* Zunge, *u* Unterkiefer, *v* Pflugscharbein. — Nach Yves Delage.

Die Wale sind fast alle Meeresthiere; einige wenige leben in Flüssen. Sie bewegen sich in ähnlicher Weise wie die Fische durch Schläge des Schwanzes und gehen nie freiwillig aufs Land. Sie sind im Stande, sich ziemlich lange Zeit unter Wasser aufzuhalten,

ohne zu ersticken ($^1/_2$ Stunde, vielleicht mehr). Ihre Nahrung besteht besonders in Fischen und niederen Seethieren. Sie leben in allen Meeren, die grösseren Formen jedoch besonders in den kälteren Theilen der Erde. Zu dieser Abtheilung gehören die grössten aller thierischen Geschöpfe.

1. Unterordnung. **Bartenwale** (*Mystacoceti*).

Zahnlos, mit Barten versehen. Zwei äussere Nasenlöcher, welche weiter vorn sitzen als bei den Zahnwalen. Das Brustbein nur mit einem einzigen Rippenpaare verbunden. Schädel ausserordentlich gross, symmetrisch; Nasenbeine verhältnissmässig wohl entwickelt. Sie ernähren sich von verschiedenen, schaarenweise lebenden kleinen Meeresthieren (Leuchtkrebsen, Copepoden etc.), manche Furchenwale ausserdem noch von kleineren Fischen. Hierzu die grössten Wale.

1. Die Furchenwale (*Balaenopteridae*). Mit Rückenflosse. Auf der Unterseite des Kopfes und des Rumpfes zahlreiche tiefe Längsfurchen. Langgestreckte Thiere mit verhältnissmässig kleinem Kopf und kurzen Barten; schmale Brustflossen. Hierzu der Blauwal (*Balaenoptera Sibbaldii*), welcher eine Länge von gegen 30 m erreicht, und der etwas kleinere Finnwal (*B. musculus*), welche beide an den Küsten des nördlichen Norwegens den Gegenstand einer regelmässigen Fischerei bilden. Weit kleiner (höchstens bis 10 m) ist der Zwergwal (*B. rostrata*), ebenfalls im nördlichen Atlantischen Meere. Der sehr ansehnliche Buckelwal (*Megaptera boops*), mit niedrigerer buckelförmiger Rückenflosse und mit sehr langen Brustflossen, ist weniger gestreckt als die meisten übrigen Furchenwale; wird unter Anderem an der Küste Norwegens ziemlich regelmässig angetroffen.

2. Die Glattwale (*Balaenidae*). Keine Rückenflosse. Keine Furchen auf der Unterseite. Körper weniger gestreckt, Kopf verhältnissmässig sehr gross, Barten lang und schmal, Brustflossen breit. Hierzu der bis 20 m lange, kolossale Grönlands- oder Polarwal (*Balaena mysticetus*), bei Grönland etc.; jetzt an Zahl stark reducirt. Der Nordkaper (*B. biscayensis*), dem Grönlandswal sehr ähnlich, etwas südlichere Form (im nördlichen Atlantischen Meer).

2. Unterordnung. **Zahnwale** (*Odontoceti*).

Mit Zähnen versehen, keine Barten. Aeussere Nasenlöcher zu einem einzigen [1]) vereinigt, welches oben auf dem Kopfe weit nach hinten zu sitzt. Das Brustbein ist mit mehreren Rippenpaaren verbunden. Die Gesichtspartie des Schädels deutlich asymmetrisch; Nasenbeine rudimentär. Ernähren sich meistens von Fischen.

1. Die Delphine (*Delphinus*) haben eine zugespitzte schnabelförmige Schnauze, welche durch eine Furche von der Stirn abgegrenzt ist; zahlreiche (20 und mehr) kleine kegelförmige Zähne in jeder Kieferhälfte; eine hohe Rückenflosse. Thiere von ca. 3 m Länge. Mehrere Arten kommen in den europäischen Meeren vor. — Verwandt ist das Meerschwein oder der Braunfisch (*Phocaena communis*), $1^1/_2$ m

---

1) Bei den Zahnwalen, nicht aber bei den Bartenwalen, finden sich sackförmige Ausstülpungen sowohl des kurzen unpaarigen äusseren Nasenganges wie des oberen Theiles der paarigen Nasengänge.

lang, mit kurzer stumpfer Schnauze, zusammengedrückten Zähnen (ca. 25 in jeder Kieferhälfte); häufig in den europäischen Meeren. — Der Grindwal (*Globiocephalus melas*) ist nur im vordersten Theil jedes Kiefers mit Zähnen ausgestattet; der Kopf ist vorn dick und abgerundet, mit ganz kurzer vorstehender spitzer Schnauze; bis etwa 6 m lang. Wird

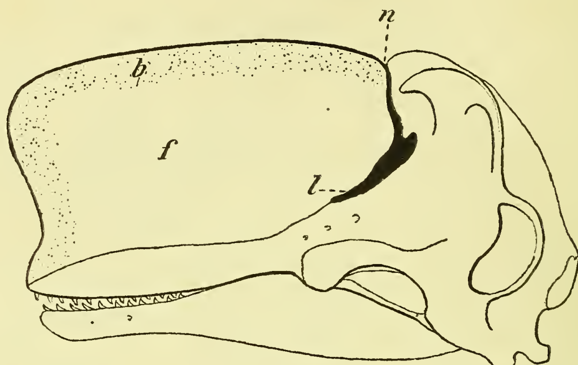


Fig. 420. Schädel des Grindwals von der linken Seite, mit der grossen, der Schnauze aufliegenden Fettmasse; letztere in der Mittellinie durchschnitten. *f* weiche Fettmasse, *b* feste bindegewebige Schicht unterhalb der durch eine dicke schwarze Linie angedeuteten Oberhaut. *n* Nasenloch, *l* Luftsäckchen vom Nasengang ausgehend. — Nach Murie.

bei den Färöern regelmässig gefangen; zufälliger Gast — wie manche andere Wale — in der Nord- und Ostsee. Ernährt sich besonders von Tintenfischen. — Der Butzkopf oder Schwertfisch (*Orca gladiator*) etwas grösser als der Grindwal, mit sehr hoher Rückenflosse (daher der Name Schwertfisch) und ca. 12 kräftigen kegelförmigen Zähnen in jeder Kieferhälfte; ernährt sich von Meerschweinen, Seehunden und Fischen; im nördlichen Atlantischen Ocean.

2. Von mehr abweichenden Zahnwalen seien angeführt: Der Pottwal oder Cachelot (*Physeter macrocephalus*), ein grosser Wal mit kolossalem Kopf: auf der platten Schnauzenpartie des Schädels liegt eine ungeheure Fettmasse [1]) (aus welcher Walrat gewonnen wird); starke, kegelförmige Zähne im Unterkiefer, rudimentäre im Oberkiefer. Weit verbreitet, ist auch einige Mal in der Nordsee gefangen worden. — Verwandt ist der Dögling (*Hyperoodon diodon*) mit schmaler, spitzer Schnauze, der Kopf hinter derselben stark gewölbt; fast zahnlos (nur ein grösserer und ein kleinerer Zahn vorn in jeder Unterkieferhälfte, ausserdem einige rudimentäre Zähne oben und unten); im nördlichen Atlantischen Ocean, z. B. ziemlich häufig bei den Färöern, zufälliger Gast in der Nord- und Ostsee. — Der Narwal (*Monodon monoceros*) ist dadurch ausgezeichnet, dass das Männchen vorn im linken Oberkiefer einen sehr langen, geraden, nach vorn gerichteten, schraubig gewundenen Stosszahn besitzt, welcher weit aus dem Munde hervorragt; im rechten Oberkiefer ein ähnlicher, aber weit kleinerer Zahn, welcher im Kieferknochen versteckt bleibt; sonst zahnlos [2]) (beim Weibchen sind beide

1) An derselben Stelle finden sich auch bei anderen Zahnwalen eine dünnere oder dickere Fettschicht, welche z. B. beim Grind stark entwickelt ist und welcher der Kopf dieses Thieres seine gewölbte Form verdankt (Fig. 420).

2) Einige wenige rudimentäre Zähne können im Oberkiefer hinter dem Stosszahn vorhanden sein.

Zähne in den Kiefern eingeschlossen). — Als Beispiel der im Süsswasser lebenden Zahnwale erwähnen wir den merkwürdigen Gangesdelphin (*Platanista gangetica*), welcher lange, dünne Kiefer mit zahlreichen spitzen Zähnen besitzt; die Augen rudimentär, ohne Linse; das Skelet in mehrfacher Beziehung eigenthümlich. Das Thier, welches nur 2 bis 3 m lang wird, lebt im Ganges, Indus etc. Ein paar verwandte Flusswale in Südamerika.

11. Ordnung. **Zahnarme** (*Edentata*).

Die zu den Edentaten gehörenden Thierformen sind dadurch ausgezeichnet, dass die Zähne, wenn solche überhaupt vorhanden sind, stets ziemlich unvollkommen entwickelt sind, keine geschlossene Zahnreihe bilden und stets schmelzlos sind; sie sind gewöhnlich alle ungefähr gleich und wurzellos. Schneidezähne fehlen (nur bei einem einzelnen Gürtelthier ist der hinterste Schneidezahn im Obermunde vorhanden). Ein Zahnwechsel findet in der Regel nicht statt. Die Krallen sind gewöhnlich lang, gebogen, sehr kräftig. — Zu dieser Ordnung gehört eine Anzahl verschiedener Formen, welche meist in den heissen Ländern zu Hause sind.

1. Die Faulthiere (*Bradypodidae*: Gatt. *Bradypus* etc.). Der Körper ist mit langen, groben Haaren dicht bekleidet. Der Kopf ist rund, äussere Ohren sehr klein. $\frac{5}{4}$ cylindrische Zähne. Vordergliedmaassen länger als die Hintergliedmaassen. An jenen finden sich drei Finger (Nr. 2—4) oder nur zwei (Nr. 2—3), an den Hintergliedmaassen stets drei Zehen (Nr. 2—4). Sowohl Finger als Zehen sind bis an das Krallenglied, welches gegen die Hand- resp. Fussfläche eingeschlagen werden kann, in eine gemeinsame Haut eingeschlossen; die Krallen sind ungemein lang und kräftig, sichelförmig. Schwanz rudimentär. Ausschliesslich kletternde Thiere, welche sich von Blättern ernähren. Süd- und Centralamerika.

2. Die ausgestorbenen Megatherien oder Riesenfaulthiere (*Megatheriidae*: Gatt. *Megatherium*, *Mylodon* etc.) nehmen ungefähr eine Mittelstellung zwischen der vorhergehenden und der folgenden Gruppe ein, indem sie in den Verhältnissen des Kopfes und der Zähne den Faulthieren ähnlich sind, während die Wirbelsäule, die Gliedmaassen (von welchen die hinteren ungefähr dieselbe Länge wie die vorderen besitzen) und der lange, kräftige Schwanz den entsprechenden Theilen der Ameisenfresser ähnlich sind. Es waren pflanzenfressende Thiere, meistens von bedeutender Grösse (die grössten übertreffen das Nashorn), von ausserordentlich plumpem Bau, mit sehr massiven Knochen; einige besassen kleine knöcherne Knoten in der Haut. Ihre Ueberreste hat man an verschiedenen Stellen Amerikas in quaternären Schichten gefunden.

3. Die Ameisenfresser (*Myrmecophaga*) sind mit feineren oder gröberen Haaren bekleidet, der Kopf ist mehr oder weniger gestreckt, zuweilen sehr lang, Zähne fehlen, die Mundöffnung ist sehr klein, die Zunge wurmförmig, die Unterkiefer-Speicheldrüsen von ungewöhnlicher Grösse. Der 3. Finger ist sehr gross, mit langer, sichelförmiger Kralle, die anderen Finger sind kleiner oder sogar rückgebildet; beim Gange ruht das Thier auf dem äusseren Rand der Hand. Der Hinterfuss mit 4—5 ungefähr gleichen Zehen mit kräftigen Krallen. Schwanz lang. Sie ernähren sich von Insekten, z. B. Termiten, welche an der langen,

vom Speichel klebrigen Zunge hängen bleiben. Südamerika. Dazu der grosse Ameisenbär (*M. jubata*) mit groben Haaren und buschigem Schwanz; er lebt auf der Erde, während die übrigen Arten überwiegend oder ausschliesslich kletternde Thiere sind, wie das z. B. vom Zwerg-Ameisenbären (*M. didactyla*) gilt; letzterer besitzt eine kurze Schnauze, feine, weiche Behaarung, Greifschwanz und hat an jeder der Vordergliedmaassen nur zwei krallentragende Finger.

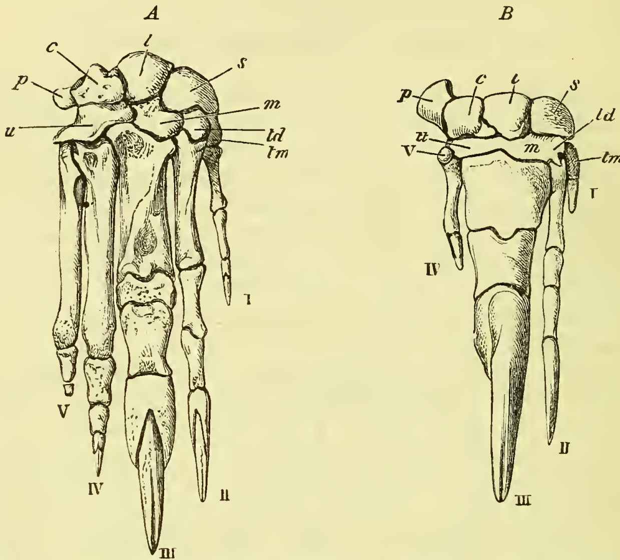


Fig. 421. *A* **Hand des grossen Ameisenbären,** *B* **des Zwerg-Ameisenbären,** *s* **Naviculare,** *l* **Lunatum,** *c* **Triquetrum;** *p* **Erbsenbein;** *tm* **Multang. majus,** *td* **M. minus,** *m* **Capitatum,** *u* **Hamatum.** *I—V* **die Zehen. — Nach Flower.**

4. Die Gürtelthiere (*Dasypodidae*) zeichnen sich dadurch aus, dass die Oberseite des Rumpfes mit grossen, plattenförmigen Schuppen von ähnlicher Beschaffenheit wie die der Reptilien versehen ist; die Schuppen oder Platten sind von einander durch weiche Furchen getrennt, während ihre äussere Fläche stark verhornt ist; in jeder Schuppe findet sich eine grosse Hautverknöcherung. Diese Schuppen bilden über dem mittleren Theil des Rückens mehrere durch weiche Hautpartien getrennte Querreihen, während sie vorn und hinten auf dem Rücken dichter an einander liegen; die entsprechenden Hautverknöcherungen sind an den letztgenannten Stellen, und ebenso diejenigen jeder Querreihe eng mit einander verbunden, so dass wir einen grossen, knöchernen Schild vorn und hinten auf dem Rücken und eine verschiedene Anzahl (3—12) knöcherne Halbringe mitten über dem Rücken erhalten. Auch an der Oberseite des Kopfes, an den Gliedmaassen und auf dem Schwanz finden sich ähnliche Schuppen wie auf dem Rücken; dagegen fehlen sie auf der behaarten Bauchseite. Die Zähne cylindrisch, oft ziemlich zahlreich; der Kopf länglich mit wohlentwickelten äusseren Ohren, die Beine niedrig mit kräftigen Krallen (das Thier tritt mit der Fusssohle auf). Es sind grabende, wesentlich insektenfressende Thiere, ziemlich klein oder von mittlerer Grösse; einige können sich zusammenrollen. Südamerika und südliche Theile Nordamerikas. — Verwandt sind die ausgestorbenen

Glyptodonten, bei welchen alle Rückenplatten mit einander unbeweglich zu einem grossen, dicken, gewölbten Panzer verbunden waren; es waren ungemein plumpe Thiere von ansehnlicher Grösse, bei welchen grosse Partien der Wirbelsäule verwachsen waren. Quaternär, Südamerika.

5. Die Erdferkel (*Orycteropus*) sind spärlich behaarte Thiere von ziemlicher Grösse, mit langer Schnauze und Zunge, kleiner Mundöffnung, grossen Ohren, kräftigem Schwanz, starken aber nicht sehr langen Krallen; sie besitzen Zähne. Afrika.

6. Die Schuppenthiere (*Manis*) sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass der grösste Theil des Körpers (mit Ausnahme der Unterseite des Kopfes und Rumpfes) mit grossen, stark verhornten, dachziegelförmigen Schuppen bedeckt ist, zwischen welchen einzelne Haare stehen. Der Kopf ist länglich, äussere Ohren fehlen, die Mundöffnung ist klein, die Zunge lang, Zähne fehlen; der Schwanz ist kräftig ausgebildet, Krallen lang und sichelförmig. Insektenfresser, welche in den tropischen Theilen der alten Welt die Ameisenfresser, an welche sie in mehrfacher Beziehung erinnern, repräsentiren.

12. Ordnung. **Nagethiere** (*Rodentia*).

Die Ordnung der Nager ist in erster Linie durch das eigenthümlich ausgebildete Gebiss charakterisirt. Eckzähne fehlen stets; von Schneidezähnen findet sich im Unterkiefer jederseits nur einer, welcher seinen Platz am vorderen Ende des Kiefers, dicht an dem entsprechenden der anderen Kieferhälfte, hat; im Zwischenkiefer findet sich ebenfalls meist nur ein Schneidezahn, welcher ähnlich wie der des Unterkiefers sitzt. Die Schneidezähne sind lang, wurzellos, ungefähr vierseitig prismatisch, bogenförmig gekrümmt; nur an der Vorderseite und an dem angrenzenden Theil der Seitenflächen sind sie mit Schmelz bekleidet (welcher an der Oberfläche zuweilen rothbraun ist); das freie Ende des Zahnes ist schräg abgeschnitten, meisselförmig. Die Schneidezähne des Zwischenkiefers sind stärker als die des Unterkiefers gebogen; sowohl oben wie unten erstreckt sich der im Kiefer versteckte Theil derselben weit nach hinten, im Unterkiefer sogar meist unter sämmtlichen Backenzähnen hin bis in des allerhintersten Theil den Kiefers hinein. Bei der Hasenfamilie findet sich im Obermunde hinter dem grossen Schneidezahn noch ein kleinerer; weiter ist

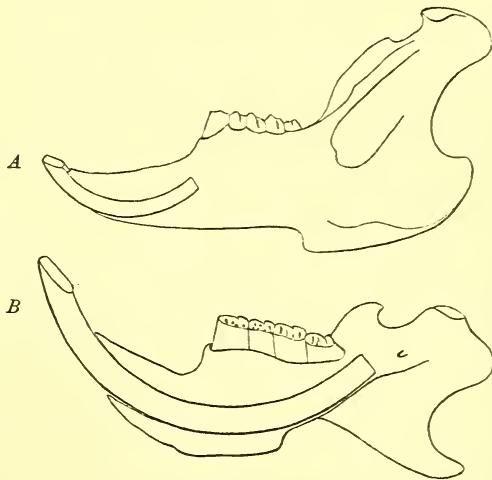


Fig. 422. Rechte Unterkieferhälfte, *A* des Kaninchens, *B* des Aguti, von der inneren Seite. Zahnhöhle des Schneidezahns in ihrer ganzen Länge aufgemeisselt, um die sehr verschiedene Länge des Zahnes zu zeigen. *B* vertritt das gewöhnliche Verhalten der Nager. — Orig.

hervorzuheben, dass bei ihnen der Schneidezahn des Unterkiefers sich nur bis an das vorderste Ende der Backenzahnreihe erstreckt (Fig. 422 *A*). Zwischen Schneide- und Backenzähnen ist stets ein grosser, zahnloser Zwischenraum. Die Form der Backenzähne ist bei den Nagern eine sehr verschiedene. Bei einigen haben sie eine kurze, höckerige oder mit niedrigen Querkämmen versehene Krone und wohlentwickelte Wurzeln (Maus, Ratte); bei anderen sind zwar Wurzeln wie bei jenen vorhanden, die Zahnkrone ist aber länger und sowohl von oben nach unten wie an den Seiten gefaltet; bei anderen sind wieder die Wurzeln ganz kurz in Vergleich mit der

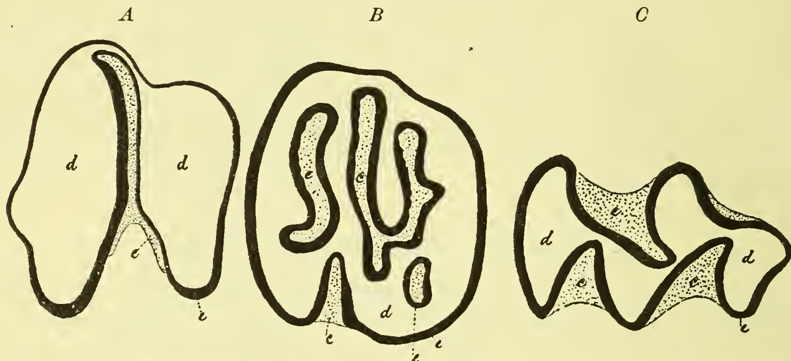


Fig. 423. Querschnitte von Backenzähnen verschiedener Nager (ungefähr der Kaufläche gleich). *A* Hase, *B* Biber, *C* Wühlmaus. *c* Cement, *d* Dentin, *e* Schmelz. — Nach Owen.

langen, gefalteten Zahnkrone. Endlich sind bei zahlreichen Nagern die Backenzähne wurzellos, an beiden Seiten mit tiefen, senkrecht verlaufenden Falten versehen, welche sich mehr oder weniger tief in den Zahn hinein erstrecken und theilweise oder ganz mit Cement gefüllt sind; an der Kaufläche erscheinen dann Quer- oder Schrägstreifen von Schmelz mit Cement und Dentin dazwischen. Seltener sind die wurzellosen Backenzähne der Nager sogar (vergl. die Backenzähne des Elephanten) in eine Reihe senkrechter Querplatten mit Cement dazwischen getheilt. Diese verschiedene Ausbildung der Zähne steht zu der verschiedenartigen Lebensweise in naher Beziehung, die kurzkronigen Backenzähne halten nur eine verhältnissmässig geringe Abnutzung aus, die anderen eine grössere oder sehr grosse. Die Anzahl der Zähne ist höchstens, bei den Hasen, $\frac{3}{2}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*; bei anderen ist die Zahl mehr oder weniger reducirt, und zwar stets vom vorderen Ende der Zahnreihe aus, wie aus der nebenstehenden Liste hervorgehen wird, bei einigen sogar so weit, dass alle Prämolaren[1]) fehlen; nur bei ganz wenigen Formen (z. B. der zur Mausefamilie gehörigen

Zahnformeln:

Hase	$\frac{3}{2}$ *p*,	$\frac{3}{3}$ *m*.
Pfeifhase . .	$\frac{2}{2}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Eichhorn . .	$\frac{2}{1}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Biber	$\frac{1}{1}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Sminthus . .	$\frac{1}{0}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Mus	$\frac{0}{0}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Hydromys . .	$\frac{0}{0}$ „	$\frac{2}{2}$ „

1) Wie gewöhnlich fehlen auch die entsprechenden Milchzähne, und da die Vorderzähne der Nager (abgesehen von den Hasen) keine Vorläufer haben, so fällt bei Nagern, welche keine Prämolaren besitzen, der Zahnwechsel gänzlich aus.

australischen Gattung *Hydromys*) fehlt auch ein Molar, nämlich der hinterste, m^3.

Während die Gelenkfläche am Schädel für den Unterkiefer bei den meisten Säugethieren eine quergestellte Fläche oder Grube ist, stellt sie bei den meisten Nagethieren eine Längsfurche dar, so dass der Unterkiefer eine bedeutende Beweglichkeit von vorn nach hinten besitzt (beim Kauen wird der Unterkiefer vorwärts und rückwärts gezogen; die Schmelzstreifen der Backenzähne haben die entgegengesetzte Hauptrichtung, der Quere nach). — Die Füsse sind im Allgemeinen klein, krallentragend, und das Thier tritt in der Regel mit dem ganzen Fuss auf; der Daumen der Vorderfüsse ist meistens rudimentär oder fehlt, während die anderen Finger und Zehen bei der Mehrzahl sämmtlich vorhanden sind. — Bei mehreren Nagethieren finden sich innere Backentaschen, Ausstülpungen der Backen, welche mit der Mundhöhle in Verbindung stehen; bei einzelnen sind ungefähr an derselben Stelle äussere, mit Haaren bekleidete Hauteinstülpungen (äussere Backentaschen) vorhanden[1]).

Die Nager bilden eine artenreiche, sehr verbreitete Gruppe von meistentheils kleineren Säugethieren, welche fast ausschliesslich Pflanzenfresser sind.

1. Die Hasenfamilie (*Leporidae*). $\frac{2}{1}$ *i*, $\frac{5 \text{ od. } 6}{5}$ *b*; der grosse Schneidezahn im Zwischenkiefer mit einer Furche; die Backenzähne wurzellos, gefaltet. Die Hasengattung (*Lepus*) mit $\frac{6}{5}$ *b*, langen Ohren, sehr kurzem Schwanz, langen Hintergliedmaassen[2]); hierzu der Feldhase (*L. europaeus*)[3]), durch den grössten Theil Europas verbreitet, und der Schneehase (*L. timidus* oder *variabilis*), in den nördlichen Theilen Europas und Asiens, in Grönland und auf den Alpen und Pyrenäen; letzterer wird in kälteren Gegenden im Winter weiss; ferner das kurzbeinigere, grabende Kaninchen (*L. cuniculus*), in Südeuropa einheimisch, an manchen Stellen in Deutschland verwildert. Die Pfeifhasen (*Lagomys*) mit $\frac{5}{5}$ *b*, kurzen Ohren, kürzeren Hintergliedmaassen als die Hasen, schwanzlos; in Sibirien und Nordamerika.

2. Die Eichhörnchen-Familie (*Sciuridae*). $\frac{5}{4}$ *b*, höckerig oder gefaltet, der vorderste Oberkieferbackenzahn sehr klein; Daumen rudimentär; Schwanz behaart. Hierzu das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) mit langem, buschigem Schwanz, Baumthier, ebenso wie die fliegenden Eichhörnchen (*Pteromys*), welche durch den Besitz einer grossen Hautfalte (Fallschirm) an den Seiten des Rumpfes zwischen Vorder- und Hintergliedmaassen ausgezeichnet sind (eine Art, *Pt. volans*, in Nordrussland). Die Murmelthiere (*Arctomys*) sind grabende Thiere, Winterschläfer, von gedrungenerem Bau, mit kurzen Ohren und kurzem Schwanz; eine Art (*A. marmota*) in den Alpen. Letzteren

1) Bei den Säugethieren findet sich im Oberkieferknochen ein kürzerer oder längerer Kanal, der Oberkieferkanal (*Canalis infraorbitalis*), durch welchen ein grösserer Nerv (der Oberkieferast des *Nervus trigeminus*) verläuft; die vordere Oeffnung des Kanals befindet sich vor der Augenhöhle und wird als Unteraugenhöhlenloch (*Foramen infraorbitale*) bezeichnet. Bei den Nagern ist der Oberkieferkanal ganz kurz und in der Regel sehr weit, und eine Portion des äusseren Kaumuskels (*Masseter*) geht dann durch denselben hindurch.

2) Die Fusssohlen sind anscheinend ganz behaart, in Wirklichkeit sind jedoch kleine Sohlenballen vorhanden, welche aber von den Haaren der angrenzenden Hauptpartien überdeckt werden.

3) In manchen Büchern irrthümlich mit dem Namen *L. timidus* bezeichnet.

steht der Ziesel (*Spermophilus citillus*) in Osteuropa (westlich bis nach Schlesien) sehr nahe. — Mit den Eichhörnchen verwandt ist der Biber (*Castor fiber*), ein Thier von ziemlich ansehnlicher Grösse mit $\frac{4}{4}$ gefalteten Backenzähnen, kurzen Ohren, grossem, abgeplattetem, beschupptem Schwanz und mit einer Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen; schwimmt und gräbt vorzüglich; Rindenfresser. In Deutschland nur noch an wenigen Stellen vorhanden, in Anhalt (an der Elbe und Mulde) noch recht häufig. Eine verwandte Art (*C. canadensis*) in Nordamerika.

3. Die Schlafmäuse (*Myoxidae*). $\frac{4}{4}$ *b* mit quer verlaufenden Schmelzstreifen; Daumen rudimentär; Schwanz lang, behaart. Erinnern äusserlich an Eichhörnchen oder Mäuse. In Deutschland leben von dieser Gruppe folgende: der Siebenschläfer (*Myoxus glis*), die grösste Art; der Gartenschläfer (*M. nitela*); der seltene (mehr östliche) Baumschläfer (*M. dryas*); die kleine, mäuseähnliche Haselmaus (*M. avellanarius*). — Mit den Schlafmäusen verwandt ist die Streifenmaus (*Sminthus betulinus* oder *vagus*) in Nord- und Osteuropa, eine äusserlich ganz mäuseähnliche Form mit $\frac{4}{3}$ *b*. Der Streifenmaus sehr nahe stehen die Springmäuse (*Dipus*), welche sich besonders dadurch auszeichnen, dass die Hinterfüsse stark verlängert sind, was besonders von den Mittelfussknochen Nr. 2—4 gilt, welche zu einem einzigen Knochen verschmolzen sind (die Zehen 1 und 5 sind klein oder fehlen); die Thiere treten nur mit den Zehen 2—4 des Hinterfusses auf und springen auf diesen allein fort; der Schwanz ist lang, mit einem Haarbüschel am Ende; Steppenthiere, Südrussland, Asien, Afrika. Mit der Streifenmaus verwandt ist auch der blinde, ohren- und schwanzlose Blindmoll (*Spalax typhlus*), welcher eine ähnliche Lebensweise führt wie der Maulwurf. Südöstliches Europa (z. B. Südrussland) und Westasien.

4. Die Mäusefamilie (*Muridae*). $\frac{3}{3}$ *b* (selten $\frac{2}{2}$ *b*, vergl. S. 577) von sehr verschiedenem Bau. Schwanz länger oder kürzer, beschuppt; Daumen rudimentär. In der Regel Thiere von geringer Grösse.

a) Die Mäuse (*Mus*). Backenzähne höckerig, mit kurzer Krone und mit Wurzeln. Schwanz lang, schwach behaart. Ohren ziemlich entwickelt. In Deutschland: die Waldmaus (*M. sylvaticus*), die Brandmaus (*M. agrarius*) und die Zwergmaus (*M. minutus*); eingewandert, an die Wohnungen des Menschen gebunden sind: die Hausmaus (*M. musculus*), die Hausratte (*M. rattus*), jetzt selten, fast gänzlich von der später eingewanderten Wanderratte (*M. decumanus*) verdrängt. — Mit den Mäusen verwandt ist der bunt gefärbte Hamster (*Cricetus frumentarius*), mit Backentaschen und kurzem Schwanz; etwas grösser als eine Ratte; Mitteleuropa.

b) Die Wühlmäuse (*Arvicola*). Backenzähne lang, wurzellos, mit tiefen Furchen an beiden Seiten (Kaufläche mit Schmelzschlingen); selten finden sich kurze Wurzeln. Schwanz kürzer und mehr behaart als bei den Mäusen. Ohren kurz. Mehr ausschliesslich Pflanzenfresser (Wurzel-, Rindenfresser etc.) als die echten Mäuse. Graben. Folgende Arten kommen in Deutschland vor: die Röthelmaus (*A. glareola*), bildet den Uebergang zu Mus (die Backenzähne mit kurzen Wurzeln, etwas längere Ohren und längerer Schwanz als bei den übrigen); die Feldmäuse (*A. agrestis* und *arvalis*); die Wasserratte (*A. amphibius*); letztere ist von der Grösse einer Wanderratte, die übrigen etwa wie eine Hausmaus. Nahe verwandt ist der Lemming (*Myodes lemmus*) mit sehr kurzem Schwanz und starken Vorderkrallen; in Skandinavien, be-

rühmt wegen seiner Wanderungen. — Eine andere mit den Wühlmäusen verwandte Form ist die Bisam- oder Zibethratte (*Fiber zibethicus*) mit langem, zusammengedrücktem Schwanz; die Zehen mit steifen Haaren am Rande. Pelzthier von ziemlich ansehnlicher Grösse, im nördlichen Nordamerika, erinnert in seiner Lebensweise an den Biber.

5. Die Stachelratten-Gruppe (*Hystricomorpha*) ist eine aus zahlreichen, äusserlich sehr verschiedenen Nagern bestehende Gruppe, welche besonders in charakteristischen Punkten des Schädelbaues übereinstimmen[1]). Backenzähne $\frac{4}{4}$, gestreift, mit oder ohne Wurzeln.

a) Der Schweifbiber (*Myopotamus coypu*) ist ein Wasserthier von biberähnlichem Aussehen, aber kleiner und mit drehrundem Schwanz; die Zehen des Hinterfusses durch Schwimmhäute verbunden. Südamerika.

b) Die Stachelschweine (*Hystricidae*) sind dadurch ausgezeichnet, dass ein Theil der Haare zu steifen Stacheln, oft von enormer Stärke und bedeutender Länge, entwickelt sind. Thiere von recht beträchtlicher Grösse. Hierzu das gemeine Stachelschwein (*Hystrix cristata*), in Südeuropa; lebt an der Erde, Schwanz kurz. In Amerika verschiedene kletternde Formen, einige (*Cercolabes*) mit Greifschwanz.

c) Die Halbhufer (*Subungulata*). Krallen kurz, hufähnlich, Beine in der Regel hoch, häufig berühren nur die Zehen die Erde. Anzahl der Zehen an den Hinterfüssen verschieden; Vorderfüsse mit vier wohlentwickelten Fingern und mit Daumenwarze oder ohne solche. Schwanz klein oder fehlt. Alle in Süd-(oder Central-)Amerika. Hierzu der Paka (*Coelogenys paca*) mit 5 Zehen, die Goldhasen oder Aguti's (*Dasyprocta*), das gezähmte Meerschweinchen (*Cavia cobaya*), das Wasserschwein (*Hydrochoerus capybara*), alle mit 3 Zehen; letzteres ist der grösste aller jetzt lebenden Nager (an den südamerikanischen Flüssen).

13. Ordnung. **Halbaffen** (*Prosimiae*).

Ebenso wie bei den Affen — mit welchen die Halbaffen früher vereinigt wurden — ist der Daumen sowohl an der Hand wie am Fuss von den anderen Fingern (Zehen) getrennt und kann diesen gegenübergestellt werden. Gewöhnlich ist nur die Zehe Nr. 2 an den Hinterfüssen mit einer Kralle versehen, die anderen Zehen und Finger dagegen mit platteren Nägeln. Die Vordergliedmaassen sind kürzer als die Hintergliedmaassen. Von Zähnen finden sich höchstens: $\frac{2}{2}\,i$, $\frac{1}{1}\,c$, $\frac{3}{3}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$; oft ist jedoch die Zahl eine geringere. Die Vorderzähne im Obermunde sind gewöhnlich klein, und vorn in der Mitte ist in der Regel ein zahnloser Zwischenraum zwischen denselben vorhanden; im Unterkiefer sind Schneide- und Eckzähne ganz übereinstimmend, sie sind schmal und schräg nach vorn gerichtet; der Eckzahn des Oberkiefers hat die gewöhnliche Eckzahnform; die Prämolaren (alle oder nur die vorderen) sind zusammengedrückt, dreikantig (der vorderste im Unterkiefer eckzahnähnlich), die übrigen Backenzähne spitzhöckerig oder mit je zwei Querkämmen.

Die Halbaffen sind gewöhnlich dicht behaarte Thiere, oft mit langem Schwanz. Das Skelet ist in manchen Punkten von dem der

1) So ist z. B. das Unteraugenhöhlenloch von kolossaler Grösse, ebenso wie auch der Unterkiefer eine ausgeprägt eigenthümliche Form besitzt.

Affen abweichend; es ist z. B. keine hinten geschlossene knöcherne Augenhöhle vorhanden, die Augenhöhle steht vielmehr wie bei den übrigen Säugethieren mit der hinter derselben liegenden Schläfengrube in weit offener Verbindung (es ist jedoch, wie bei verschiedenen anderen Säugethieren, ein geschlossener Knochenring um die Augenhöhle vorhanden); die Unterkieferäste sind gewöhnlich vorn getrennt; die Gesichtspartie des Schädels ist im Verhältniss zur hinteren, das Gehirn umschliessenden, Partie grösser als bei den meisten Affen. — Der Uterus ist mit zwei langen Hörnern versehen. An der Brust findet sich ein Paar Zitzen, zuweilen ausserdem ein Paar am Bauch.

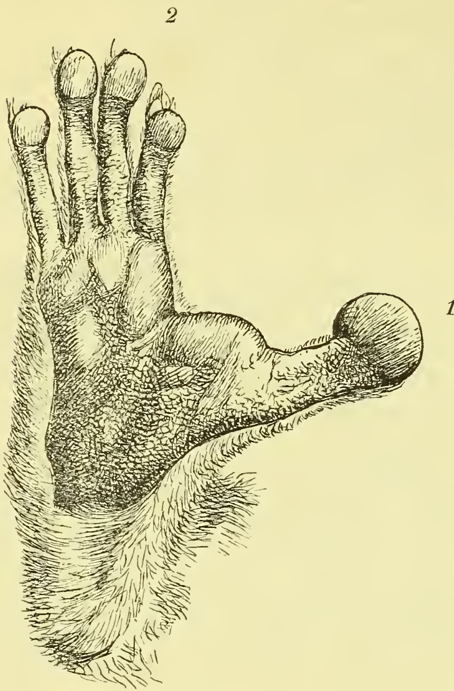


Fig. 424. Linker Hinterfuss eines Maki's von der Unterseite. *1* **Daumen,** *2* **Zehe Nr. 2 (mit Kralle). — Orig.**

Es sind kletternde Thiere, welche sich von Früchten, Insekten, kleinen Wirbelthieren ernähren; sie sind gewöhnlich nur Nachts in Bewegung. Sie leben ausschliesslich in der alten Welt, eine ansehnliche Zahl auf Madagascar.

1. Die Maki's oder Fuchsaffen (*Lemur*). Schnauze spitz, fuchsähnlich, Schwanz lang, $\frac{2}{2}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{6}{6}$ *b*. Madagascar. — Verwandt sind die Lori's oder Faulaffen (*Stenops*), mit kurzer Schnauze, grossen Augen, keinem oder kurzem Schwanz. Indien.

2. Der Koboldmaki (*Tarsius spectrum*) ist dadurch ausgezeichnet, dass gewisse Fusswurzelknochen (Fersenbein und Naviculare) ausserordentlich verlängert sind[1]), so dass der Fuss wie gestielt erscheint; breite weiche Sohlenballen unterhalb der Zehenspitzen; 2. und 3. Zehe mit Kralle; Schwanz lang mit einem Haarbüschel am Ende; Augen von kolossaler Grösse. Nachtthiere, springen vorzüglich. Auf verschiedenen indischen Inseln.

3. Der Aye-Aye (*Chiromys madagascariensis*) ist ein in mehreren Beziehungen eigenthümlicher Halbaffe. Vorn im Ober- wie im Untermund findet sich auf jeder Seite ein grosser wurzelloser Zahn, welcher an die Vorderzähne der Nager erinnert; der im Obermunde befindliche ist ein Schneidezahn, der des Unterkiefers scheint dem äussersten der drei bei anderen Halbaffen nach vorn gerichteten Zähne, also dem Eckzahn, zu entsprechen (demnach wird die Zahnformel lauten: $\frac{1}{0}$ *i*, $\frac{0}{1}$ *c*, $\frac{4}{3}$ *b*).

---

1) Eine solche Verlängerung der Fusswurzel steht innerhalb der Säugethiere fast isolirt da; bei einigen verwandten Halbaffen findet sich jedoch eine Annäherung an dasselbe Verhältniss. (Vergl. auch die Fusswurzel der Froschlurche.)

Hinterdaumen mit Nagel, alle anderen Zehen und Finger mit Krallen; 3. Finger ausnehmend dünn (wird zum Hervorholen von Insekten aus Löchern und Spalten verwendet). Madagascar.

14. Ordnung. **Primaten** (*Primates*).

Bei den Mitgliedern dieser Ordnung — den Affen und dem Menschen — ist der Daumen sowohl an den Vorder- wie an den Hintergliedmaassen von den übrigen Fingern oder Zehen getrennt und freier beweglich als diese, denen er gewöhnlich mehr oder weniger vollkommen gegenübergestellt werden kann, so dass die Gliedmaassen als Greifwerkzeuge fungiren können; besonders ist der Hinterdaumen gewöhnlich sehr frei und beweglich (mit Ausnahme des Menschen). In der Regel sind alle Finger und Zehen mit ziemlich schwach gewölbten Nägeln ausgestattet. Die Gesichtspartie ist gewöhnlich kurz und klein in Vergleich mit derjenigen anderer Säugethiere und mit der Schädelkapsel. Das Gesicht mehr oder weniger schwach behaart. Die Augen sind nach vorn gerichtet und sitzen dicht beisammen. Die Augenhöhle ist im Gegensatz zu derjenigen aller anderen Säugethiere durch eine knöcherne Querscheidewand (welche aus Theilen des Jochbeines, des Stirnbeines und der Flügel des hinteren Keilbeines zusammengesetzt ist) von der hinter ihr liegenden Schläfengrube getrennt. Die Zähne verhalten sich an Zahl und der Hauptsache nach auch in der Form im Ober- und im Untermunde gleich; in jeder Kieferhälfte finden sich 2 meisselförmige Schneidezähne, 1 Eckzahn von gewöhnlicher Form, 2 oder 3 Prämolaren, und in der Regel 3 (selten 2) Molaren; alle Backenzähne höckerig, mit kurzen Kronen. Es finden sich stets nur zwei, an der Brust angebrachte Zitzen. — Von anderen Charakteren ist hervorzuheben, dass die vorderen Zungenbeinhörner kürzer sind als die hinteren, und dass das Zungenbein ohne directe Verbindung mit dem Schädel ist. Der Uterus ist einfach (ohne Hörner).

Die Primaten sind gewöhnlich Thiere, welche überwiegend zum Leben auf den Bäumen eingerichtet sind; manche bewegen sich jedoch auch mit Leichtigkeit auf der Erde auf allen vier Gliedmaassen, indem sie mit der ganzen Hand- und Fussfläche die Erde berühren. Nur der Mensch ist durch eine sehr starke Ausbildung der Hintergliedmaassen etc. zur ausschliesslichen Bewegung auf der Erde auf den Hintergliedmaassen allein eingerichtet. — Es sind fast ausschliesslich tropische Thiere, deren Hauptnahrung Früchte sind.

Hinterdaumen sehr beweglich. Hintergliedmaassen nicht, oder nicht viel stärker als die Vordergliedmaassen.	Westaffen	Abstand zwischen den äusseren Nasenlöchern ziemlich gross. Kein knöcherner äusserer Gehörgang. In der Scheidewand zwischen Augenhöhle und Schäfengrube ein kleines Loch. $\frac{3}{3}$ *p.*
	Ostaffen	Abstand zwischen den Nasenlöchern gering. Aeusserer Gehörgang theilweise verknöchert. Kein Loch in der Scheidewand zwischen Augenhöhle und Schläfengrube. $\frac{2}{2}$ *p.*
Hinterdaumen wenig beweglich. Hintergliedmaassen ausserordentlich stark entwickelt.	Menschen	

1. Unterordnung. **Westaffen** (*Platyrrhinae*).

Aeussere Nasenlöcher durch eine breite Hautbrücke getrennt. Drei Prämolaren oben und unten (Zahnformel in der Regel: $\frac{2}{2}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{3}{3}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*). Kein Theil des äusseren Gehörgangs verknöchert. In der oben erwähnten Platte zwischen Augenhöhle und Schläfengrube findet sich (im Hinterrande des Jochbeins) ein kleines Loch (d. h. die Platte ist nicht ganz vollständig). Blinddarm verhältnissmässig gross. — Backentaschen und Gesässschwielen fehlen; Vordergliedmaassen in der Regel etwas kürzer als die Hintergliedmaassen; der Schwanz ist wohl entwickelt, zuweilen Greifschwanz. Ausschliesslich in Süd- und Centralamerika.

1. Die Rollaffen (*Cebus*) haben einen langen, ringsum behaarten Schwanz, welcher wie eine Uhrfeder zusammengerollt und um Aeste gewickelt werden kann. — Bei den Brüllaffen (*Mycetes*) ist der sehr kräftige Schwanz, dessen Spitze an der Unterseite nackt und empfindlich ist, ein ausgezeichnetes Werkzeug zum Festhalten (das Thier kann z. B. am Schwanz allein hängen), ein echter Greifschwanz; der Zungenbeinkörper ist gross und ausgehöhlt und nimmt eine Ausstülpung des Kehlkopfes auf (brüllende Stimme). — Die Klammeraffen (*Ateles*), mit ähnlichem Schwanz, sind dadurch ausgezeichnet, dass der Vorderdaumen rudimentär ist oder fehlt.

2. Die Krallenaffen (*Hapale*) haben nur auf dem Hinterdaumen einen platten Nagel, an allen übrigen Zehen und Fingern sind die Nägel dagegen so stark zusammengebogen, dass sie ganz krallenartig werden. Diese kleine Gruppe ist ferner dadurch von den übrigen Westaffen zu unterscheiden, dass nur $\frac{2}{2}$ *m* vorhanden sind. Der Schwanz ist behaart, kann nicht zusammengerollt werden. Der Vorderdaumen nur wenig selbständig. Die Krallenaffen stehen übrigens im Ganzen den übrigen Westaffen nahe.

2. Unterordnung. **Ostaffen** (*Catarrhinae*).

Aeussere Nasenlöcher dicht neben einander. Zwei Prämolaren (Zahnformel stets: $\frac{2}{2}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{2}{2}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*). Innerer Theil des äusseren Gehörganges in beträchtlicher Ausdehnung verknöchert. Die Platte zwischen Augenhöhle und Schläfengrube ohne Durchbohrung. Blinddarm klein. — Backentaschen oft, Gesässschwielen gewöhnlich vorhanden; Schwanz niemals als Greifschwanz entwickelt, fehlt zuweilen. Ausschliesslich in der alten Welt.

1. Die Hundsaffen (*Cynomorphae*). Unterhalb jedes der dicken, verbreiteten Sitzbeinenden befindet sich eine unbehaarte, gefärbte Hautpartie, eine Gesässschwiele. Nägel verhältnissmässig stark gewölbt. Schwanz in der Regel vorhanden. Hintergliedmaassen etwas länger als die Vordergliedmaassen. Backentaschen (eine Ausstülpung an jeder Seite) in der Regel vorhanden. Aeusserer Schneidezahn des Unterkiefers schmäler als (oder ebenso breit wie) der innere; 1. Molar des Unterkiefers mit vier Höckern. Der Brustkasten zusammengedrückt (wie gewöhnlich bei den Säugethieren); der Handgriff des Brustbeins breit, der übrige Theil sehr schmal. Becken lang und schmal, die Symphyse (die Linie, in welcher beide Beckenhälften unten zusammentreten) lang; die Darmbeine lang und schmal. Das Kreuzbein besteht aus drei Wirbeln.

a) Die Meerkatzen (*Cercopithecus*). Schwanz lang, Schnauze kurz, Backentaschen vorhanden; mehrere Arten in Afrika. Nahe verwandt ist der *Inuus ecaudatus* mit rudimentärem, warzenförmigem Schwanz, in Nordafrika und bei Gibraltar (der einzige europäische Affe). — Die Paviane (*Cynocephalus*) unterscheiden sich von den Meerkatzen durch ihre verhältnissmässig sehr gestreckte, hundeartige Schnauze; Schwanz lang oder kurz, Backentaschen vorhanden. Sie halten sich gewöhnlich auf der Erde, selten auf Bäumen auf. Afrika und Arabien.

b) Die Schlankaffen (*Semnopithecus*) zeichnen sich besonders dadurch aus, dass die Backentaschen fehlen und dass der Magen in mehrere Abschnitte getheilt ist (bei anderen Affen einfach). Hierzu gehört u. a. der mit einer stark verlängerten Nase versehene Nasenaffe (*S. nasicus*) auf Borneo. — Nahe verwandt sind die Stummelaffen (*Colobus*), bei denen der Vorderdaumen fehlt; Afrika.

2. Die Menschenaffen oder anthropomorphen Affen (*Anthropomorphae*). Keine oder kleine Gesässschwielen. Nägel bei den Gibbonen gewölbt, bei anderen mehr abgeplattet. Behaarung bei den Gibbonen reichlich, bei den anderen an gewissen Körperstellen spärlich. Schwanz fehlt (rudimentäre Schwanzwirbelpartie aus 4—5 kleinen Wirbeln bestehend). Vordergliedmaassen länger als die Hintergliedmaassen. Keine Backentaschen. Aeusserer Schneidezahn des Unterkiefers breiter als der innere; 1. Molar des Unterkiefers mit 5 Höckern. Der Brustkasten breiter als bei den Hundsaffen, das Brustbein breit und platt. Das Becken hat bei den Gibbonen dieselbe Form wie bei Hundsaffen, bei den anderen sind die Darmbeine breiter, die Symphyse verkürzt. Das Kreuzbein besteht aus fünf Wirbeln[1]). — Die Menschenaffen sind ausschliesslichere Baumbewohner als die übrigen Ostaffen; sie bewegen sich nicht auf der Erde wie gewöhnliche Säugethiere (und wie die Ostaffen es ebenfalls thun), sondern gehen auf den Hinterfüssen, indem sie sich auf die Knöchel der Vordergliedmaassen stützen, oder bewegen sich in anderer abweichender Weise. Hierzu gehören die grössten Affen.

a) Die Gibbone (*Hylobates*) stehen den Hundsaffen am nächsten: sie besitzen kleine Gesässschwielen, die Nägel sind stark gewölbt, und das Becken ist lang und schmal, dem der Hundsaffen ähnlich. Es sind Thiere mit dichter Behaarung und mit ausserordentlich verlängerten Vordergliedmaassen; sie können auf den Hintergliedmaassen allein gehen, indem sie die Vordergliedmaassen schwingend bewegen. Kleiner als die folgenden. Mehrere Arten in Asien.

b) Der Orang-Utan (*Pithecus satyrus*). Kopf oben fast kegelförmig zugespitzt, Gesichtspartie stark vortretend, Nase wie in das Gesicht eingedrückt. Vordergliedmaassen sehr lang; wenn das Thier sich aufrichtet, reichen sie bis an die Knöchel. Hand und Fuss lang und schmal; Hinterdaumen ziemlich klein. Rothbraun. Höhe bis $1^1/_2$ m (das Thier in aufrechter Stellung gemessen). Sumatra und Borneo.

c) Der Schimpanse[2]) (*Simia troglodytes* oder *Troglodytes niger*) und der Gorilla[2]) (*S.* oder *T. gorilla*) sind in den meisten

---

1) Beim Orang, Schimpanse und Gorilla (und bei einem der Gibbone, *Hylobates syndactylus*) finden sich unterhalb der Haut ein oder zwei grosse Luftsäcke, welche vom Kehlkopf ausgehen und sich nach unten auf Hals und Brust erstrecken; sie können aufgeblasen und stark ausgedehnt werden.

2) Unter jedem dieser Namen verbergen sich vielleicht mehrere naheverwandte Arten.

Punkten übereinstimmend. Die Stirn neigt sich nach hinten, die Nase ist zwar breit und abgeplattet, aber doch vorstehender als beim Orang. Die Vordergliedmaassen sind kürzer als bei diesem, die Hand und der Fuss breiter, der Hinterdaumen gross und wohlentwickelt. Beide sind schwarz. Der Gorilla erreicht eine Höhe von 1,7 m, der Schimpanse ist etwas kleiner. Beide in den tropischen Theilen Westafrikas.

3. Unterordnung. **Menschen** (*Anthropidae*).

In Vergleich mit den übrigen Primaten ist es für den Menschen besonders charakteristisch, dass die Hintergliedmaassen zu ausschliesslichen Gehwerkzeugen umgebildet sind, zu Organen, welche geeignet sind, den übrigen Körper in aufrechter Stellung ohne Beihülfe der Vordergliedmaassen zu tragen. Die Hintergliedmaassen sind dementsprechend ungemein kräftig, weit länger als die Vordergliedmaassen und ausserordentlich musculös. Der Hinterdaumen ist nur wenig mehr von den übrigen Zehen entfernt[1]) als diese von einander, besitzt nur eine geringe selbständige Beweglichkeit und kann den übrigen nicht entgegengestellt werden; er ist ein wenig länger oder von derselben Länge wie die Zehe Nr. 2 oder sehr wenig kürzer (bei anderen Primaten weit kürzer); die anderen vier Zehen sind kurz, der Mittelfuss lang. Das Becken ist sehr kurz und breit, besonders sind die Darmbeine sehr kurz, breit und ausgehöhlt; die Symphyse ist kurz. Die Vordergliedmaassen, welche sich in ihrem Bau eng an die der Menschenaffen anschliessen, sind verhältnissmässig schwächer als bei diesen; es sind vorzüglich ausgebildete Greifwerkzeuge etc., welche aber bei den gewöhnlichen Bewegungsarten ohne Bedeutung sind. Charakteristisch ist auch die ausserordentliche Entwicklung des Gehirns[2]), was für den Schädel ein im Vergleich mit anderen Säugethieren abnormes Uebergewicht der Schädelkapsel über die beim Menschen sehr schwach entwickelte Gesichtspartie zur Folge hat; in seinem Bau steht das Gehirn übrigens, sogar in ganz speciellen Verhältnissen, dem der Menschenaffen sehr nahe. Als Eigenthümlichkeiten sind ferner die sehr schwache Behaarung des grössten Theiles des Körpers hervorzuheben, sodann die Kleinheit des Eckzahns und, was hiermit eng zusammenhängt, der Mangel eines grösseren Abstandes zwischen dem äusseren Schneidezahn und dem Eckzahn des Obermundes als zwischen den übrigen Zähnen unter einander (bei anderen Primaten greift der Eckzahn des Unterkiefers in diese Spalte, das *Diastema*, hinein); endlich ist anzuführen, dass der Brustkasten noch breiter und stärker abgeplattet ist als bei den Menschenaffen.

Uebrigens stimmt der Mensch in allen Hauptpunkten seines Baues mit den Ostaffen, besonders mit den Menschenaffen überein. Den

---

1) Der Abstand ist jedoch deutlich grösser und die Spalte zwischen dem Daumen und der zweiten Zehe tiefer als zwischen den übrigen Zehen, übrigens grösser und deutlicher bei Embryonen und kleinen Kindern als bei Erwachsenen.

2) Der Mensch hat übrigens keineswegs das grösste Gehirn im Verhältniss zum ganzen Gewicht des Körpers; sogar innerhalb der Primaten finden wir bei kleinen Formen ein verhältnissmässig grösseres Gehirn (bei einem Krallenaffen betrug z. B. das Gehirngewicht im Verhältniss zum ganzen Körper 1 : 20, beim Menschen beträgt es durchschnittlich ungefähr 1 : 40). Dagegen ist das Gehirn des Menschen weit grösser als bei irgend einem anderen Thier von ähnlicher Grösse (das Gehirn des Gorillas beträgt im Verhältniss zum Körpergewicht 1 : 200).

Ostaffen im Allgemeinen schliesst er sich in allen denjenigen Charakteren an, durch welche letztere sich von den Westaffen unterscheiden: in der Stellung der Nasenlöcher, der Anzahl der Prämolaren (die Zahnformel des Menschen ist mit derjenigen der Ostaffen identisch), dem knöchernen äusseren Gehörgang, dem Fehlen einer Oeffnung in der Platte zwischen Augenhöhle und Schläfengrube, dem kleinen Blinddarm etc. Speciell mit den Menschenaffen, besonders den grösseren (Orang, Schimpanse, Gorilla) stimmt er in Folgendem überein: Gesässschwielen, Backentaschen und Schwanz fehlen; es ist dieselbe rudimentäre (aus 4—5 Wirbeln zusammengesetzte) Schwanzwirbelpartie vorhanden; die Nägel sind abgeplattet; der äussere Schneidezahn des Unterkiefers ist breiter als der innere; der 1. Molar im Unterkiefer mit 5 Höckern; der Brustkasten breit, das Brustbein breit und abgeplattet; dem breiten Becken des Menschen nähert sich in der Form dasjenige der grossen Menschenaffen; das Kreuzbein besteht sowohl beim Menschen wie bei den Menschenaffen aus 5 Wirbeln. Die genannten Aehnlichkeiten liessen sich noch durch zahlreiche andere vermehren. Ueberhaupt steht der Mensch den anthropomorphen Affen ausserordentlich nahe; die Unterschiede sind fast alle solche, welche aus der Anpassung des Menschen an den aufrechten Gang, aus der starken Entwicklung des Gehirns und aus der grösseren Schwäche gewisser Theile der Muskulatur, z. B. der Kiefermuskeln, abgeleitet werden können. Die innige Uebereinstimmung kann für eine oberflächliche Betrachtung an einzelnen Punkten durch untergeordnete Momente verschleiert werden; so scheint z. B. der Schädel des Gorillas — welcher von allen anthropomorphen Affen derjenige sein dürfte, der mit dem Menschen die grösste Uebereinstimmung darbietet — beim ersten Anblick von demjenigen des Menschen sehr verschieden, z. B. durch das Vorhandensein von vorspringenden Knochenkämmen, welche am menschlichen Schädel fehlen; die Ausbildung dieser Kämme steht aber in geradem Verhältniss zu der starken Entwicklung der Kiefer- und Nackenmuskulatur [1]), und eine sorgfältige, tiefer gehende Betrachtung ergiebt in Wirklichkeit die innigste Uebereinstimmung in den meisten Punkten.

Alle Menschen werden gewohnheitsmässig unter einer Art, *Homo sapiens*, zusammengefasst, welche in eine Anzahl Rassen getheilt wird. Letztere sind übrigens unter einander z. Th. ebenso verschieden wie nahestehende Arten innerhalb mancher anderen Thiergruppen; wenn sie zu einer Art zusammengefasst werden, so geschieht das besonders wegen der Leichtigkeit, mit der sie in der Regel Bastarde bilden (vergl. S. 40). Die Eintheilung der Menschen in Rassen ist übrigens in manchen Punkten aus derselben Ursache schwierig, indem in grossem Umfange Bastardirungen stattgefunden haben. Die nähere Darstellung der Menschenrassen ist aber die Aufgabe einer speciellen Wissenschaft, der Völkerkunde oder Ethnologie, auf deren Gebiet wir uns hier nicht begeben können. Hier ist nur noch hervorzuheben, dass gewisse Menschenrassen den anthropomorphen Affen näher stehen als andere, wenn auch die Annäherung im Ganzen nicht besonders gross ist. Die Negerrasse ist z. B. ausgezeichnet durch breite, platte Nase, vorspringendere (stärker entwickelte) Gesichtspartie, grosse Zähne, schräg gestellte Schneidezähne,

---

1) Auch unter anderen einander nahestehenden Säugethieren können solche Kämme bei einer Form vorhanden sein, bei einer anderen fehlen (Dachs — Marder).

zurückgezogenes Kinn, schmäleren und längeren Brustkasten, schmäleres und tieferes Becken, längere Zehen — Charaktere, welche sämmtlich auf die anthropomorphen Affen zurückweisen.

Anhang zu den Wirbelthieren.

Mantelthiere (*Tunicata*).

Die Mantelthiere sind eine kleinere Abtheilung von Meeresthieren, welche früher allgemein den Weichthieren zugerechnet oder mit anderen Gruppen von wirbellosen Thieren zusammengestellt wurde; erst in neuerer Zeit ist man sich darüber klar geworden, dass sie am nächsten mit den Wirbelthieren verwandt sind, wie dies namentlich aus der Entwicklungsgeschichte mit aller Klarheit hervorgeht. Besonders hat es sich ergeben, dass sie — wenigstens in der Jugend — mit den Wirbelthieren in dem Besitz einer Chorda und in der Lagerung des centralen Nervensystems übereinstimmen, also in Charakteren fundamentalster Natur. Wenn wir sie aber trotzdem nicht einfach dem Wirbelthier-Typus einverleiben, sondern als Anhang zu den Wirbelthieren behandeln, so geschieht das, weil die Hauptmasse der Mantelthiere sich derartig eigenthümlich entwickelt hat, dass die Wirbelthier-Charaktere bei den Erwachsenen gänzlich verwischt sind und diesen ein ganz fremdes Gepräge aufgedrückt ist, weshalb es bequemer erscheint, sie gesondert zu behandeln.

Es mag hier noch hervorgehoben werden, dass die Mantelthiere ebenso wenig wie die echten Wirbelthiere nähere Beziehungen zu irgend einer Abtheilung wirbelloser Thiere darbieten.

Eine Einsicht in den Bau dieser Gruppe wird am besten erreicht, wenn wir verschiedene der zu derselben gehörigen kleineren Abtheilungen jede für sich betrachten. Von allgemeinen Charakteren können jedoch folgende hervorgehoben werden: Das Skelet ist höchstens durch die Chorda repräsentirt, das Nervensystem ist schwach

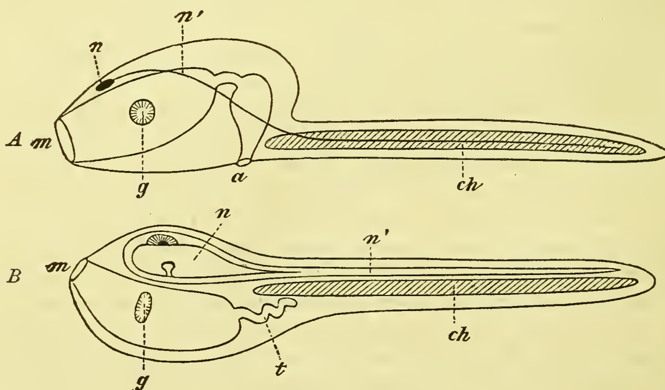


Fig. 425. *A* Schema einer Appendicularie, von der Seite gesehen, gerade gestreckt. *B* Do. einer Ascidien-Larve. *a* After, *ch* Chorda, *g* Kiemenhöhle, *m* Mund, *n* Gehirn, *n'* Nervenstrang, *t* Darm. — Orig.

entwickelt, ebenso die Sinnesorgane. Die Mantelthiere sind Zwitter; Eierstöcke und Hoden setzen sich direkt in die Ausführungsgänge fort. Bei manchen findet eine Fortpflanzung durch Sprossung statt.

Den einfachsten und am leichtesten verständlichen Bau besitzen die **Appendicularien**, wasserhelle, im Meere umherschwimmende Thierchen, welche mit kleinen Froschlarven eine gewisse Aehnlichkeit darbieten. Der Körper zerfällt in einen rundlichen Rumpf und einen abgeplatteten Schwanz, welcher gegen die Unterseite des Rumpfes zurückgeschlagen ist. Die Wand der geräumigen Mundhöhle ist an jeder Seite von einer bewimperten Oeffnung, der Kiemenöffnung, durchbrochen, welche an der Oberfläche mündet; der übrige Darmkanal ist kurz, der After befindet sich auf der Unterseite des Körpers. Die Chorda ist nur im Schwanz vorhanden, hier aber ansehnlich entwickelt. Das Centralnervensystem ist durch einen Strang repräsentirt, welcher oberhalb der Mundhöhle zu einem grösseren Knoten (dem Gehirn) angeschwollen und auch in seinem weiteren Verlaufe mit kleineren Anschwellungen versehen ist; er setzt sich durch den Schwanz an der linken Seite der Chorda fort, indem der plattgedrückte Schwanz eigentlich als ein seitlich zusammengedrückter Schwanz aufzufassen ist, welcher an der Basis 90° um seine Axe gedreht ist. Das einfache Herz liegt unterhalb des Darmkanals. Eine Hörblase ist vorhanden, dagegen fehlen Augen.

Einen scheinbar ganz anderen Bau besitzen die einfachen (d. h. nicht-coloniebildenden) **Ascidien** (Gatt. *Ascidia* u. a.). Es sind tonnenförmige, rundliche oder anders gestaltete, häufig gallertige Thiere, welche stets mit dem einen Ende oder der einen Seite des Körpers festsitzen. An dem freien Ende bemerkt man zwei Oeffnungen; davon führt die eine, die Mundöffnung, in eine ausserordentlich geräumige, auch als Kiemensack bezeichnete Mundhöhle, deren Wand von zahlreichen bewimperten Oeffnungen durchbrochen ist; diese führen nicht direct nach der Körperoberfläche, sondern in einen grossen, den Kiemensack umgebenden Hohlraum, den Peribranchialraum, welcher durch die zweite der Oeffnungen am Ende des Thieres, die Kloakenöffnung, mit der Aussenwelt in Verbindung steht. Längs der Bauchseite ist der Kiemensack in einem Längsstreifen mit der Aussenwand des Peribranchialraumes verwachsen, und hier findet sich im Kiemensack eine Längsfurche, die Bauchfurche oder der Endostyl, mit grossen, schleimabsondernden Zellen und Wimperzellen; längs der entgegengesetzten Seite verläuft eine oft mit mehreren Zipfeln versehene Rücken-

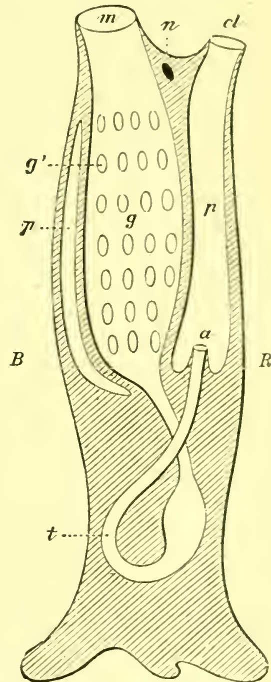


Fig. 426. Schematischer Längsschnitt einer Ascidie; der Schnitt ist nicht ganz median, sondern etwas seitlich. *a* After, *cl* Kloakenöffnung, *g* Kiemensack, *g'* Oeffnungen in der Wand desselben, *m* Mund, *n* Nervenknoten, *p* Peribranchialhöhle, *t* Darm, *B* Bauch-, *R* Rückenseite. — Orig.

leiste, welche vorn mit dem Endostyl durch einen Wimperbogen auf jeder Seite verbunden ist. Die Mundhöhle geht hinten in den ziemlich kurzen Darmkanal über, welcher schlingenförmig gebogen ist und in den Peribranchialraum ausmündet. Das Herz liegt unterhalb des Darmkanals; merkwürdigerweise strömt das Blut abwechselnd in einer und in der umgekehrten Richtung durch dasselbe. Es ist ein ziemlich wohlentwickeltes System von Gefässen vorhanden, namentlich ist der Kiemensack reich damit versehen. Die Blutkörperchen sind alle amöboid, farblos. Das Centralnervensystem ist auf einen Nervenknoten reducirt, welcher seinen Platz zwischen der Mund- und der Kloakenöffnung hat. Als Excretionsorgane fungiren Bläschen verschiedener Grösse ohne Ausführungsgang, in welchen feste Körperchen ausgeschieden werden; in letzteren ist Harnsäure nachgewiesen worden. Die Geschlechtsorgane (ein Eierstock und ein Hoden) münden in der Nähe desAfters in den Peribranchialraum. Der Körper ist äusserlich mit einer dicken gallertigen oder lederartigen Schicht, dem „Mantel“, einem Product der Oberhaut, bekleidet[1]).

Der Unterschied zwischen den Appendicularien und den erwachsenen Ascidien ist somit sehr gross. Betrachtet man aber die Larven der Ascidien und vergleicht dieselben mit den Appendicularien, dann wird das Verhältniss ein anderes; man findet dann eine nahe Uebereinstimmung in fast allen Punkten. Die Ascidien-Larven sind in noch höherem Grade als die Appendicularien froschlarvenähnlich; sie haben einen rundlichen Rumpf und einen langen zusammengedrückten Schwanz mit einer Chorda, welche sich auch ein wenig in den Rumpf hinein erstreckt; oberhalb der Chorda liegt das Centralnervensystem, welches sich nach hinten durch den ganzen Schwanz erstreckt und vorn eine Anschwellung (das Gehirn) besitzt; mit der Anschwellung ist ein Auge und ein als Gehörwerkzeug angesehenes Organ verbunden, beide liegen merkwürdigerweise in der Höhlung des Gehirns und sind besonders entwickelte Theile der Wandung desselben; ein Peribranchialraum ist noch nicht vorhanden, dagegen finden sich zwei einfache Kiemenöffnungen, welche von der Mundhöhle nach der Oberfläche gehen. Wie man hieraus ersieht, besteht eine sehr grosse Uebereinstimmung zwischen dieser Larvenform und den Appendicularien; bald setzt sich aber die Larve fest, der Schwanz schwindet und mit ihr die Chorda, die Sinnesorgane bilden sich zurück, etc., und die Larve nimmt allmählich die sehr abweichende Gestalt der erwachsenen Ascidie an.

Es ist leicht zu erkennen, wie genau der Bauplan dieser Larvenform an den der Wirbelthiere sich anschliesst (gegenseitige Lage des Nervensystems, der Chorda und des Darmkanals); der Anschluss ist noch leichter als für die erwachsenen Appendicularien zu erkennen, deren Schwanzdrehung etc. die Uebereinstimmung etwas verschleiert. Es ist noch hervorzuheben, dass die Chorda sich ganz in derselben Weise wie bei den echten Wirbelthieren bildet.

Einige Ascidien bilden Colonien, indem sie fadenförmige Ausläufer treiben, aus welchen neue Individuen emporwachsen: sociale

---

1) Der Mantel ist als eine sehr verdickte Cuticula aufzufassen. Von Interesse ist, dass derselbe zerstreute Zellen enthält, die sich als amöboide Wanderzellen herausgestellt haben, welche sich aus dem Mesoderm durch die Oberhaut in den Mantel begeben haben.

Ascidien; die Individuen sind im Uebrigen von einander fast unabhängig. Bei anderen coloniebildenden Formen, den zusammengesetzten Ascidien (*Ascidiae compositae*), ist ein gemeinsamer Mantel vorhanden: die Colonien bilden hier weiche schwammähnliche, festsitzende Massen, in denen die Individuen gewöhnlich in (oft sternförmigen) Gruppen geordnet sind; die Individuen jeder Gruppe haben meistens eine gemeinsame Kloakenöffnung, jedes Individuum hat aber seine eigene Mundöffnung. — Hieran schliessen sich auch die pelagischen, freischwimmenden, leuchtenden Feuerwalzen (*Pyrosoma*). Die Pyrosoma-Colonien haben die Form eines an einem Ende offenen, an dem andern Ende geschlossenen, dickwandigen Rohres, dessen Wand von den kleinen, dicht neben einander sitzenden Thieren gebildet wird; letztere haben die Mundöffnung an der Oberfläche des Rohres, die Kloakenöffnung an ihrem entgegengesetzten Ende, an der inneren Seite des Rohres; das Wasser, welches durch den Mund aufgenommen wird, gelangt somit in den Hohlraum des Rohres hinein und für alle Individuen gesammelt durch das offene Ende desselben hinaus; durch das ausströmende Wasser wird die Colonie mit dem geschlossenen Ende voran fortgetrieben.

Eine merkwürdige Modification des Ascidien-Typus stellen die ebenfalls freischwimmenden **Salpen** (*Salpa*) dar. Auch bei ihnen sitzen Mund- und Kloakenöffnung fast an entgegengesetzten Enden des Körpers. Der Kiemensack ist aber hier stark rückgebildet, indem seine seitlichen Theile fehlen, so dass — ausser dem festgewachsenen Bauchstreifen mit dem Endostyl — nur seine Rückenpartie als ein in der vereinigten Kiemen- und Peribranchialhöhle ausgespannter Balken (*r*, Fig. 427) übrig bleibt. Die Eingeweidemasse ist im Verhältniss zum ganzen Thier von unbedeutendem Umfang, die genannte

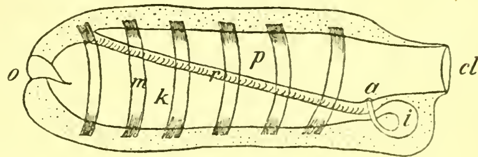


Fig. 427. Schema einer Salpe. *a* After. *cl* Kloakenöffnung, *k* Kiemenhöhle, *i* Darmkanal, *m* Muskelband, *o* Mund, *p* Peribranchialhöhle, *r* Kiemenbalken. — Orig.

Höhle füllt weitaus den grössten Theil des Thieres aus (auch bei den meisten anderen Mantelthieren nimmt übrigens die Kiemenhöhle den grösseren Theil des Körpers ein). In der durchsichtigen Wand des Thieres sieht man schöne ringförmige Muskelbänder, durch deren Contractionen das Wasser durch den Körper getrieben wird; sie entsprechen einer zusammenhängenden Muskelschicht, welche bei den Ascidien in der Leibeswand vorhanden ist. — Die Salpen sind aber nicht allein durch ihren Bau merkwürdig, sondern auch dadurch, dass sie ein Beispiel eines regelmässigen Generationswechsels darbieten. Man findet von Salpen theils solitäre, ungeschlechtliche Individuen, theils kettenförmige Colonien, welche aus einer grösseren oder kleineren Anzahl von ziemlich locker verbundenen geschlechtlichen Individuen zusammengesetzt sind. Die erstgenannten erzeugen die Ketten durch Sprossung; die Kette bleibt, bis sie eine gewisse Entwicklung erreicht hat, in einer Höhlung in der Körperwand der solitären Salpe liegen, reisst dann los und schwimmt selbständig umher. Die solitären und die Ketten-Individuen sind mehr

oder weniger von einander verschieden. Die Individuen der Salpenketten sind ferner dadurch merkwürdig, dass sie zuerst Eier erzeugen, welche durch Samen von einer anderen Salpenkette befruchtet werden, während sie später selbst Samen produciren; jedes Individuum erzeugt gewöhnlich nur ein einziges Ei, welches seine Entwicklung im mütterlichen Körper durchläuft.

Von den oben genannten Formen sind verschiedene Arten von einfachen Ascidien in der Nordsee (und anderen europäischen Meeren) allgemein verbreitet; sie sitzen auf Tang, an Steinen, Pfählen etc. fest. Auch von zusammengesetzten Ascidien und von Appendicularien kommen in den nördlichen Meeren Arten vor. Pyrosomen und Salpen sind dagegen mehr pelagische Thiere, welche in den grossen Weltmeeren sowie auch schon im Mittelmeer leben. — Alle Mantelthiere ernähren sich von mikroskopischen Organismen, welche mit dem Wasser in die Kiemenhöhle hineingelangen.

Register.

(Sachregister des Allgemeinen, Namenregister des Speciellen Theils.)

Corrigendum.

S. 71, L. 19. Das Wort „temporäre“ ist zu streichen.



Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1243





